

Перевод текстов по специальности. Практикум



Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

Авторы: Е. В. Карпец, Ю. В. Пиввуева, М. В. Феллер

Перевод текстов по специальности. Практикум: Учеб. пособие для студ. математич., компьютер. и естественнонауч. спец. и напр.ун-та

Цель учебного пособия – развитие у студентов компьютерных, математических и естественнонаучных специальностей и направлений умений и навыков переводить с английского языка специализированную литературу и редактировать тексты переводов.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся как по основной образовательной программе, так и по дополнительной квалификации «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации». Учебное пособие может быть использовано не только для аудиторной работы, но и для самостоятельного развития переводческих умений.

Рекомендуют к использованию в учебном процессе:

Кафедра английского языка и межкультурной коммуникации Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
SECTION I COMPUTER SCIENCE	7
1. One Small Step for GÉANT, One Giant Leap for the Black Sea Region	7
2. Wireless Communications	9
3. Machines to Think With	13
4. Modem	14
5. Computer and Its Components	16
6. Client Operation	18
7. Will the Real Programmers Please Stand up?	19
SECTION II MATHEMATICS	21
1. Symmetries of Some Figures	21
2. Other Notations for Derivatives	23
3. Time Discreteness	25
4. States	26
5. Remarks on Chern-Simons Theory	28
6. Preference Structures	30
SECTION III PHYSICS	37
1. The Frequency Agile Solar Radiotelescope	37
2. Coronal Magnetic Fields	38
3. Imaging the Cardiovascular Pulse	39
4. Microstructured Optical Fibers	40
5. Natural Polymer	41
SECTION IV CHEMISTRY	43
1. Determination of Fat-Soluble Vitamins in Food and Pharmaceutical Supplement	43
2. Microwave Assisted Organic Synthesis	44
3. Estimation of Minerals by Mid-infrared Spectrometry	46
4. Catalytic Performance of $\text{Pr}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{4+y}$ Mixed Oxides for NO Reduction by CO	47
5. Titration	48
6. Asymmetric Aldol Reactions	51

РАЗДЕЛ I КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ	53
1. Один маленький шаг для GÉANT и гигантский скачок для Черноморского региона	53
2. Беспроводные коммуникации	55
3. Машины, предназначенные для того, чтобы ими думать	60
4. Модем	61
5. Компьютер и его составляющие	63
6. Клиентские операции	65
7. Настоящие программисты, где же вы?	67
РАЗДЕЛ II МАТЕМАТИКА	70
1. Симметрии некоторых фигур	70
2. Прочие формы записи производной	72
3. Дискретность времени	74
4. Состояния	75
5. Замечания по теории Черна-Саймонса	77
6. Гомоморфизмы и конгруэнтности игр с отношениями предпочтения	80
РАЗДЕЛ III ФИЗИКА	87
1. Радиотелескопы	87
2. Корональные магнитные поля	88
3. Визуализация сердечнососудистого ритма	89
4. Микроструктурные оптические волокна	91
5. Естественные полимеры	92
РАЗДЕЛ IV ХИМИЯ	94
1. Определение жирорастворимых витаминов в пищевых продуктах и фармацевтических препаратах	94
2. Микроволновые органические синтезы	95
3. Определение минералов с помощью спектрометрии средней ИК-области	98
4. Каталитическая активность смешанных оксидов $\text{Pr}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{4\pm y}$ при восстановлении NO с помощью CO	99
5. Титрование	100
6. Асимметричные альдольные реакции	103
7. Список литературы	105

ВВЕДЕНИЕ

Значительная доля коммуникативных процессов современного мира приходится на межкультурное общение, успех которого в большой степени зависит от уровня владения иноязычными компетенциями. В связи с этим образовательные стандарты нового поколения требуют развития и формирования данных компетенций, которые кроме прочих компетенций включают в себя умение читать и переводить литературу по специальности. Предлагаемое учебное пособие ставит целью формирование и развитие умения читать и переводить литературу по следующим специальностям: компьютерные науки, математика, физика и химия. Кроме того оно способствует формированию и закреплению навыка редактирования текстов переводов, так необходимого переводчикам.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для использования на занятиях по дисциплинам «Иностранный язык», «Практический курс профессионально-ориентированного перевода» и «Практикум». Эти дисциплины читаются студентам, обучающимся как по основной образовательной программе, так и получающим дополнительную квалификацию «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации». Пособие может использоваться на аудиторных занятиях по данным дисциплинам, а также для организации самостоятельной работы студентов.

Отличительной чертой данного пособия является то, что в качестве материалов для формирования и закрепления навыка перевода с английского языка на русский предлагаются тексты не только носителей языка, но и авторов, чей родной язык не является английским. Необходимость использования таких текстов в учебном процессе обусловлена сложившейся ситуацией в сфере профессионального общения, когда в профессиональных дискуссиях на английском языке принимают участие представители разных стран.

Тексты на английском языке размещены в первой части пособия в четырех разделах, посвященных той или иной специальности. Во вторую часть учебного пособия включены переводы предлагаемых текстов на русский язык, выполненные студентами и аспирантами Саратовского государственного университета, слегка скорректированные авторами пособия. Данные переводы предлагаются для использования в качестве возможных вариантов перевода, а не как эталонные образцы, что оставляет за собой возможность студентам, занимающимся по пособию, редактировать данные переводы, предлагая свои варианты. Кроме этого, возможно использование текстов переводов на русском языке для перевода на язык оригинала и сравнения полученных английских вариантов с оригиналами.

SECTION I

COMPUTER SCIENCE

1

One Small Step for GÉANT, one Giant Leap for the Black Sea Region

The Commission today increased the internet capacity available across the Black Sea to researchers in the South Caucasus (Armenia, Azerbaijan and Georgia) by switching on the region's largest computer network for research and education. The EU-funded regional research and education network Black Sea Interconnection (BSI) links the South Caucasus countries and connects them to the high bandwidth, world-leading, pan-European GÉANT network that already serves 30 million researchers. This new connection will enable researchers and students to collaborate with their European peers in 40 countries, by sharing large amounts of data over the network.

“The Commission wants to direct the internet's evolution to make sure there are no white spots in global research,” said Viviane Reding, EU Commissioner for Information Society and Media. “By investing €1.4 million funding in this project, we will bridge a major digital divide by connecting scientists from the Black Sea region to the global research community, providing high speed internet connections to universities and research centres in the South Caucasus. I expect better collaboration with GEANT's 4,000 EU research institutions will lead to better research and better results in Europe and beyond.”

“This major project underpins a number of key aims for EU policy within the Black Sea region,” Commissioner Benita Ferrero-Waldner, EU Commissioner for External Relations and European Neighbourhood Policy added. “It implements Black Sea Synergy in the crucial sector of information society, providing a collaborative

infrastructure that not only supports research but also the future introduction of new online services such as e-Government, e-Business, e-Health and the use of information and communication technology in education benefiting society as a whole.”

Further reactions from politicians in the region and NATO on this big step for the region are available in the Commission's Information Society newsroom.

Cutting edge research depends on large databanks and massive processing power to deal with problems such as forecasting earthquakes, decoding genetic information, simulating climate change and energy demands or predicting and managing the spread of epidemics. The Black Sea Interconnection project links the countries of the South Caucasus to the pan-European GÉANT (MEMO/09/110) academic internet at previously unavailable speeds (from a minimum of 34 to 100 Megabits per second, Mbps). These speeds allow the deployment of advanced services across the region, such as more internet addresses through the latest internet protocol (IPv6, a potentially unlimited source of internet addresses (IP/08/803) and multicast (which allows more effective streaming of videos, for example), which are innovative features of high speed research networking across the world.

The high speed connections will enable a far greater level of collaboration between researchers and scientists in the region. Connecting 377 universities and research institutes in the South Caucasus to the pan-European Geant2 network, which already connects 34 national research networks worldwide, will increase the scope of research and education both in the South Caucasus and in Europe itself. It also promises to impact daily life in the region by improving access to and quality of healthcare such as allowing doctors to remotely diagnose conditions and prescribe treatment to poor and isolated rural communities (for more examples, MEMO/09/110).

(adopted from <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/407>)

Wireless Communications

Wireless communications are various telecommunications systems that use radio waves to carry signals and messages across distances. Wireless communications systems use devices called transmitters to generate radio waves. A microphone or other mechanism converts messages, like sounds or other data, into electronic impulses. The transmitters change, or modulate, the radio waves so they can carry the impulses, and then transmit the modulated radio signals across distances. Radio receivers pick up these signals and decode them back into original messages. Commercial radio and television are also wireless telecommunications system, but radio and television are mainly public broadcast services rather than personal communications systems.

Wireless communications allow people greater flexibility while communicating, because they do not need to remain at a fixed location, such as a home or office. Wireless technologies make communications services more readily available than traditional wire-based services (such as ordinary telephones), which require the installation of wires. This is useful in places where only temporary communications services are needed, such as at outdoor festivals or large sporting events. These technologies are also useful for communicating in remote locations, such as mountains, jungles, or deserts, where telephone service might not exist. Wireless services allow people to communicate while in a car, airplane, or other moving vehicle. Police, fire, and other emergency departments use two-way radio to communicate information between vehicles that are already responding to emergency calls, which saves valuable time. Construction and utility workers frequently use hand-held radios for short-range communication and coordination. Many businesspeople use wireless communications, particularly cellular radio telephones, to stay in contact with colleagues and clients while traveling.

Principles of Wireless Communications

Wireless communications begin with a message that is converted into an electronic signal by a device called a transmitter. The transmitter uses an oscillator to generate radio waves. The transmitter modulates the radio wave to carry the electronic signal and then sends the modified radio signal out through space, where it is picked up by a receiver. The receiver decodes, or demodulates, the radio wave and plays the decoded message over a speaker. Wireless communications provide more flexibility than wire-based means of communication. However, there are some drawbacks. Wireless communications are limited by the range of the transmitter (how far a signal can be sent), and since radio waves travel through the atmosphere, they can be disturbed by electrical interferences (such as lightning).

Wireless communications systems involve either one-way transmissions, in which a person merely receives notice of a message, or two-way transmissions, such as a telephone conversation between two people. An example of a device that sends one-way transmission is a pager, which is a radio receiver. When a person dials a pager number, the pager company sends a radio signal to the desired pager. The encoded signal triggers the pager circuitry and notifies the customer carrying the pager of the incoming call with a tone or a vibration, and often the telephone number of the caller. Advanced pagers can display short messages from the caller, or provide news updates or sports scores.

Two-way transmissions require both a transmitter and a receiver for sending and receiving signals. A device that functions as both a transmitter and a receiver is called a transceiver. Cellular radio telephones and two-way radios use transceivers, so that back-and-forth communication between two people can be maintained. Early transceivers were very large, but they have decreased in size due to advances in technology. Fixed-base transceivers, such as those used at police stations, can fit on a desktop, and hand-held transceivers have shrunk in size as well. Several current models of hand-held transceivers weigh less than 0.2 kg (0.5 lb).

Modes of Wireless Communications

Wireless communications systems have grown and changed as technology has improved. Several different systems are used today, all of which operate on different radio frequencies. New technologies are being developed to provide greater service and reliability.

A Air Transceivers

Radio operators still monitor distress channels, but maritime and aviation telecommunications systems now use high-frequency radios and satellites capable of transmitting speech, rather than wireless telegraphy to send messages. Aircraft pilots use radios to communicate with air traffic controllers at airports and also to communicate with other pilots. Navigation beacons are equipped with transmitters that send automated signals to help ships and aircraft in distress determine their positions. While high-frequency radio can transmit signals over long distances, the quality of these signals can be diminished by bad weather or by electrical interference in the atmosphere, which is often caused by radiation from the sun.

B Hand-Held Radio Transceivers

Police, fire, and other emergency organizations, as well as the military, have used two-way wireless radio communication since the 1930s. Early vehicle-based radios were large, heavy units. After the invention of the transistor in 1948, radios shrank in size to small hand-held radio transceivers, which civil authorities now use to communicate with each other directly. Public two-way radios with several frequency options are widely available as well. Usually limited in range to a few miles, these units are great aids for such mobile professionals as construction workers, film crews, event planners, and security personnel. Simpler two-way radios, called walkie-talkies, have been popular children's toys for years.

C Cellular Radio Telephones

Cellular radio telephones, or cell phones, combine their portable radio capability with the wired, or wireline, telephone network to provide mobile users with access to the rest of the public telephone system used by non-mobile callers. Modern cellular telephones use a network of several short-range antennas that connect to the telephone system. Because the antennas have a shorter range, frequencies can be reused a short distance away without interference.

E Satellite Communications

Satellite communications services connect users directly to the telephone network from almost anywhere in the world. Special telephones are available to consumers that communicate directly with communications satellites orbiting the earth. The satellites transmit these signals to ground stations that are connected to the telephone system. These satellite services, while more expensive than cellular or other wireless services, give users access to the telephone network in areas of the world where no telephone service exists.

The number of companies offering wireless communications services has grown steadily in recent years. In 1988 about 500 companies offered cellular radio telephone (cell phone) services. By 1995 that number had grown to over 1500 companies serving millions of subscribers. Wireless communication is becoming increasingly popular because of the convenience and mobility it affords, the expanded availability of radio frequencies for transmitting, and improvements in technology.

(adopted from <http://www.studfiles.ru/dir/cat5/subj164/file13679/view133031.html>)

Machines to Think With

In the spring of 1957, while he continued to carry out the duties of an MIT researcher and professor, Dr. J.C.R. Licklider noted every task he did during the day and kept track of each one. He didn't know it then, but that unofficial experiment prepared the way for the invention of interactive computing – the technology that bridged yesteryear's number crunchers and tomorrow's mind amplifiers. Licklider's research specialty was psychoacoustics. During World War II, he had explored ways electronics could be applied to understanding human communications. Specifically, he wanted to learn how the human ear and brain are able to convert atmospheric vibrations into the perception of distinct sounds. After the war, MIT was the center of a number of different attempts to use electronic mechanisms to model parts of the nervous system – a movement in biology and psychology as well as engineering that was inspired by the work of Wiener and others in the interdisciplinary field of cybernetics. Licklider was one of the researchers attracted to this paradigm, not strictly out of the desire to build a new kind of machine, but out of the need for new ways to simulate the activities of the human brain. This need, inspired by cybernetics, was extended simultaneously into engineering and physiology. Computers were the last thing on Licklider's mind until his theoretical models of human perceptual mechanisms got out of hand.

By the late 1950s, Licklider was trying to build mathematical and electronic models of the mechanisms the brain uses to process the perception of sounds. Part of the excitement generated during the early days of cybernetic research came from the prospect of studying mechanical models of living organisms to help create theoretical models of the way those organisms function, and vice-versa. Licklider thought he might be onto a good idea with an intricate neural model of pitch perception, but quickly learned, to his dismay that his mathematical model had grown too complex to work out in a reasonable length of time even using the analog computers that were then available. And until the mathematical model could be worked out, there was no

hope of building a mechanical model of pitch perception. The idea of building a mathematical or electronic model was meant to simplify the task of understanding the complexities of the brain, like plotting a graph to see the key relationships in a collection of data. But the models themselves now began to grow unmanageably complex. Like Mauchly with his meteorological data, twenty years before, Licklider found he was spending more and more of his time dealing with the calculations he needed to do to create his models, which left less time for what he considered to be his primary occupation – thinking about what all that information meant. Beneath those numbers and graphs was his real objective – the theoretical underpinnings of human communication.

(adopted from Rheingold H. Tools for Thought. MIT Press, 2000)

4

Modem

A modem (from modulate and demodulate) is a device that modulates an analog carrier signal to encode digital information, and also demodulates such a carrier signal to decode the transmitted information. The goal is to produce a signal that can be transmitted easily and decoded to reproduce the original digital data. Modems can be used over any means of transmitting analog signals, from driven diodes to radio.

The most familiar example is a voiceband modem that turns the digital '1s and 0s' of a personal computer into sounds that can be transmitted over the telephone lines of Plain Old Telephone Systems (POTS), and once received on the other side, converts those sounds back into 1s and 0s. Modems are generally classified by the amount of data they can send in a given time, normally measured in bits per second, or "bps".

Faster modems are used by Internet users every day, notably cable modems and ADSL modems. Optical modems transmit data over optical fibers. Most intercontinental data links now use optical modems transmitting over undersea

optical fibers. Optical modems routinely have data rates in excess of a billion (1×10^9) bits per second.

Increasing Speeds

Voiceband modems generally remained at 300 and 1200 bit/s into the mid 1980s, although, over this period, the acoustic coupler disappeared as Smartmodem-compatible modems flooded the market.

A 2400-bit/s system similar in concept to the 1200-bit/s Bell 212 signalling was introduced in the U.S., and a slightly different, and incompatible, one in Europe. By the late 1980s, most modems could support all of these standards, and 2400-bit/s operation was becoming common.

Many other standards were also introduced for special purposes, commonly using a high-speed channel for receiving, and a lower-speed channel for sending. One typical example was used in the French Minitel system, in which the user's terminals spent the majority of their time receiving information. The modem in the Minitel terminal thus operated at 1200 bit/s for reception, and 75 bit/s for sending commands back to the servers.

Such solutions were useful in many circumstances in which one side would be sending more data than the other.

Telebit introduced its Trailblazer modem in 1984, which used a large number of low-speed channels to send data one-way at rates up to 19,200 bit/s. A single additional channel in the reverse direction allowed the two modems to communicate how much data was waiting at either end of the link, and the modems could switch which side had the high-speed channels on the fly.

U.S. Robotics (USR) introduced a similar system, known as HST, although this supplied only 9600 bit/s (in early versions at least) and provided for a larger backchannel.

Operations at these speeds pushed the limits of the phone lines, resulting in high error rates. This led to the introduction of error-correction systems built into the modems, made most famous with Microcom's MNP systems. A string of MNP standards came out in the 1980s, each slowing the effective data rate, from about

25% in MNP 1, to 5% in MNP 4. MNP 5 took this a step further, adding data compression to the system, thereby actually increasing the data rate: generally, the user could expect an MNP modem to transfer at about 1.3 times the normal data rate of the modem.

(adopted from <http://en.wikipedia.org/wiki/Modem>)

5

Computer and Its Components

When you mention the word “technology”, most people think about computers. Computers take numerous physical forms. Early electronic computers were the size of a large room, consuming as much power as several hundred modern personal computers. Today, computers can be made small enough to fit into a wrist watch and be powered from a watch battery. Society has come to recognize personal computers and their portable equivalent, the laptop computer, as icons of the information age; they are what most people think of as “a computer”. However, the most common form of computer in use today is by far the embedded computer. Embedded computers are small, simple devices that are often used to control other devices—for example, they may be found in machines ranging from fighter aircraft to industrial robots, digital cameras, and even children’s toys.

The ability to store and execute programs makes computers extremely versatile and distinguishes them from calculators. The Church-Turing thesis is a mathematical statement of this versatility: Any computer with a certain minimum capability is, in principle, capable of performing the same tasks that any other computer can perform. Therefore, computers with capability and complexity ranging from that of a personal digital assistant to a supercomputer are all able to perform the same computational tasks as long as time and storage capacity are not considerations.

A general purpose computer has four main sections: the arithmetic and logic unit (ALU), the control unit, the memory, and the input and output devices (collectively termed I/O). These parts are interconnected by buses, often made of

groups of wires. The control unit, ALU, registers, and basic I/O (and often other hardware closely linked with these) are collectively known as a central processing unit (CPU). Early CPUs were comprised of many separate components but since the mid-1970s CPUs have typically been constructed on a single integrated circuit called a microprocessor.

Control Unit

The control unit (often called a control system or central controller) directs the various components of a computer. It reads and interprets (decodes) instructions in the program one by one. The control system decodes each instruction and turns it into a series of control signals that operate the other parts of the computer. Control systems in advanced computers may change the order of some instructions so as to improve performance.

A key component common to all CPUs is the program counter, a special memory cell (a register) that keeps track of which location in memory the next instruction is to be read from. Since the program counter is conceptually just another set of memory cells, it can be changed by calculations done in the ALU. Adding 100 to the program counter would cause the next instruction to be read from a place 100 locations further down the program. Instructions that modify the program counter are often known as “jumps” and allow for loops (instructions that are repeated by the computer).

It is noticeable that the sequence of operations that the control unit goes through to process an instruction is in itself like a short computer program – and indeed, in some more complex CPU designs, there is another yet smaller computer called a micro sequencer that runs a microcode program that causes all of these events to happen.

(adopted from Computer and Its Components//Computers Today: Учебно-методическое пособие для вузов. Составитель В.И. Гурьянова. Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009)

Client Operation

The Ceph client runs on each host executing application code and exposes a file system interface to applications. In the Ceph prototype, the client code runs entirely in user space and can be accessed either by linking to it directly or as a mounted file system via FUSE. Each client maintains its own file data cache, independent of the kernel page or buffer caches, making it accessible to applications that link to the client directly.

File I/O and Capabilities

When a process opens a file, the client sends a request to the MDS cluster. An MDS traverses the file system hierarchy to translate the file name into the file inode, which includes a unique inode number, the file owner, mode, size, and other per-file metadata. If the file exists and access is granted, the MDS returns the inode number, file size, and information about the striping strategy used to map file data into objects. The MDS may also issue the client a capability (if it does not already have one) specifying which operations are permitted. Capabilities currently include four bits controlling the client's ability to read, cache reads, write, and buffer writes. In the future, capabilities will include security keys allowing clients to prove to OSDs that they are authorized to read or write data (the prototype currently trusts all clients). Subsequent MDS involvement in file I/O is limited to managing capabilities to preserve file consistency and achieve proper semantics.

Ceph generalizes a range of striping strategies to map file data onto a sequence of objects. To avoid any need for file allocation metadata, object names simply combine the file inode number and the stripe number. Object replicas are then assigned to OSDs using CRUSH, a globally known mapping function. For example, if one or more clients open a file for read access, an MDS grants them the capability to read and cache file content. Armed with the inode number, layout, and file size, the clients can name and locate all objects containing file data and read directly from the

OSD cluster. Any objects or byte ranges that don't exist are defined to be file "holes," or zeros. Similarly, if a client opens a file for writing, it is granted the capability to write with buffering, and any data it generates at any offset in the file is simply written to the appropriate object on the appropriate OSD. The client relinquishes the capability on file close and provides the MDS with the new file size (the largest offset written), which redefines the set of objects that (may) exist and contain file data.

(adopted from http://www.usenix.org/events/osdi06/tech/full_papers/weil/weil_html/index.html#weil:tr-ucsc-metacp04)

7

Will the Real Programmers Please Stand up?

Among our friends in the startup community, RethinkDB has the rep for having the toughest interview process on the block. And it's true – the interview process is something we won't compromise on. We're prepared to turn away as many people as it takes to build a superb development team. We have ran into people that thought we have ridiculously high standards and are hiring rocket scientists who also double majored in quantum mechanics and computer science. We don't. We just won't hire programmers that can't code.

In the interest of openness, we'll post the smoke test that makes us turn away 19 out of 20 candidates within half an hour of a phone conversation (and that's after screening the resumes). We don't ask people to code a solution to a complex algorithms problem. We don't ask to solve tricky puzzle questions. We don't ask to do complex pointer arithmetic. Here is the question that the vast majority of candidates are unable to successfully solve:

Write a C function that reverses a singly-linked list.

That's it. We've turned away people with incredibly impressive resumes (including kernel developers, compiler designers, and many a Ph.D. candidate) because they were unable to code a solution to this problem.

We ask other questions, of course. What's the worst case complexity of inserting N elements into a vector (or an ArrayList, or whatever your language of choice calls dynamic arrays)? We don't care if you don't know, we just want you to try and figure it out. We'll explain how a vector works internally. Hell, we'll even accept $O(N \log N)$ as an answer.

We try to ask about the difference between cooperative and preemptive multitasking. We try to ask about condition variables. 19 out of 20 times there is silence on the other end.

Why do we ask these specific questions? Because they're part of a core body of knowledge taught in any undergraduate curriculum worth its salt, and because in some form or another, they came up in our daily work. And in four months we found out that if you understand the difference between threads and coroutines, can reverse a linked list, and have a basic understanding of condition variables, chances are you're probably a much better programmer than most who are looking for a job.

We're hiring people who can do more than what I listed above, but I don't think we're asking for too much more. Just a solid understanding of the fundamentals, the drive to accomplish great things, and a little genuine love for your craft. To quote one of my colleagues who heard about FizzBuzz for the first time, "If they can't do FizzBuzz, what can they do?" After spending hours reviewing resumes, it takes twenty interviews to get to the candidate that can pass the smoke tests. At an average of 45 minutes per interview, this works out to fifteen hours of work. That's a lot of time to find one candidate with a basic understanding of software engineering.

Will the real programmers please stand up?

(adopted from <http://www.rethinkdb.com/blog/2010/06/will-the-real-programmers-please-stand-up>)

SECTION II

MATHEMATICS

1

Symmetries of Some Figures

Symmetries of the Square

Consider all the isometries of the unit square $\square = ABCD$, i.e., all the distance preserving mappings of the square to itself. Denote by s_H , s_V , and s_{ac} , s_{bd} the line symmetries in the horizontal and vertical mid-lines, and in the diagonals AC, BD respectively. Denote by r_0 , r_1 , r_2 , r_3 the rotations about the center of the square by 0, 90, 180, 270 degrees, respectively. These eight transformations are all called symmetries of the square and denoted

$$\text{Sym}(\square) = \{r_0, r_1, r_2, r_3, s_H, s_V, s_{ac}, s_{bd}\}.$$

The set $\text{Sym}(\square)$ is closed under the operation of composition (also called multiplication), i.e., the composition of two symmetries is a symmetry. For example, $s_{ac} * s_V = r_1$, $s_V * r_1 = s_{ac}$, $r_1 * r_2 = r_3$; here if we write, say, $s_{ac} * r_1$, then s_{ac} is performed first, and r_1 is performed second (this is important, because composition is not commutative).

Other results appear in the multiplication table.

Here (for example) the element s_V at the intersection of the sixth column and the fourth row is $s_V = r_2 * s_H$, the composition of r_2 and s_H in that order (first the transformation r_2 is performed, then s_H). Composition is noncommutative.

Obviously, composition is associative. The set $\text{Sym}(\square)$ contains the identity transformation r_0 (also denoted id or 1). Any element X of $\text{Sym}(\square)$ has an inverse X^{-1} , i.e., an element such that $X * X^{-1} = X^{-1} * X = 1$.

The set $\text{Sym}(\square)$ supplied with the composition operation is called the symmetry group of the square.

Symmetries of the Cube

Let

$$I^3 = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid -1 \leq x \leq 1, -1 \leq y \leq 1, -1 \leq z \leq 1\}$$

be the unit cube. A symmetry of the cube is defined as any isometric transformation of I^3 . The composition of two symmetries (of I^3) is a symmetry. There is a total of 48 symmetries of the cube. The set of all symmetries of the cube supplied with the composition operation is called the symmetry group of the cube and is denoted by $\text{Sym}(I^3)$. This group is also associative, noncommutative, has an identity, and all its elements have inverses.

Symmetries of the Circle

Let $S^1 = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 = 1\}$ be the unit circle.

Denote by $\text{Sym}(S^1)$ the set of all isometries of the circle. The elements of $\text{Sym}(S^1)$ are of two types: rotations r_α , $\alpha \in [0, 2\pi)$, and axial symmetries s_α , $\alpha \in [0, 2\pi)$. The composition of rotations is given by the formula

$$r_\alpha * r_\beta = R_{(\alpha + \beta) \bmod 2\pi}.$$

There is also a nice formula for the composition of axial symmetries. The set of all isometries of the circle supplied with the composition operation is called the symmetry group of the circle and is denoted by $\text{Sym}(S^1)$. The group $\text{Sym}(S^1)$ has an infinite number of elements. As before, this group is associative, noncommutative, has an identity, and its elements have inverses.

Elliptic Plane Geometry

Consider the set $X = \text{Ant}(S^2)$ of all pairs of diametrically opposed points on the sphere. (Thus elements of X are not ordinary points but pairs of points.) Then $X =$

$\text{Ant}(S^2)$, the set of diametrically opposed points on S^2 under the action of the orthogonal group $O(3)$ given by $g : (x, -x) \rightarrow (g(x), g(-x))$ (which is well defined because $g(-x) = -g(x)$), is called elliptic plane geometry.

The elliptic “plane” (the set X) contains another classical geometric object, namely the Möbius band.

(adopted from Rees E. G. Notes on Geometry. Springer, 2004)

2

Other Notations for Derivatives

Notation has played an extremely important role in the development of mathematics. Some mathematical symbols, such as x^n or $n!$, are merely abbreviations that compress long statements or formulas into a short space.

Sometimes several different notations are used for the same idea, preference for one or another being dependent on the circumstances that surround the use of symbols. This is especially true in differential calculus where many different notations are used for derivatives. The derivative of a function f is a notation introduced by J.L. Lagrange late in the 18th Century. This emphasizes the fact that f' is a new function obtained from f by differentiation, its value at x being denoted by $f'(x)$. Each point (x, y) on the graph of f has its coordinates x and y related to by the equation $y=f(x)$, and the symbol y' is also used to represent the derivative $f'(x)$. Similarly, y'' , ..., $y^{(n)}$ represent the higher derivatives $f''(x)$, ..., $f^{(n)}(x)$. For example, if $y = \sin x$, then $y' = \cos x$, $y'' = -\sin x$, etc. Lagrange's notation is not too far removed from that used by Newton who wrote \dot{y} and \ddot{y} , instead of y' and y'' . Newton's dots are still used by some authors, especially to denote velocity and acceleration.

Another symbol was introduced in 1800 by L. Arbogast who denoted the derivative of f by Df , a symbol that has widespread use today. The symbol D is called a differentiation operator, and it helps to suggest that Df is a new function obtained from f by the operation of differentiation. Higher derivatives f'' , f''' , ..., $f^{(n)}$ are

written D^2f , D^3f , ..., $D^n f$, respectively, the values of these derivatives at x being written $D^2f(x)$, $D^3f(x)$, ..., $D^n f(x)$. Thus, we have $D\sin x = \cos x$ and $D^2\sin x = D\cos x = -\sin x$. The rule for differentiating a sum of two functions becomes, in the D -notation, $D(f + g) = Df + Dg$. Evaluation of the derivatives at x leads to the formula $[D(f + g)](x) = Df(x) + Dg(x)$ which can also be written in the form $D[f(x) + g(x)] = Df(x) + Dg(x)$. The reader may easily formulate the product and quotient rules in the D -notation.

Among the early pioneers of mathematical analysis, Leibniz, more than anyone else, understood the importance of well-chosen symbols. He experimented at great length and carried on extensive correspondence with other mathematicians, debating the merits or drawbacks of various notations. The tremendous impact that calculus has had on the development of modern mathematics is due in part to its well-developed and highly suggestive symbols, many of them originated by Leibniz.

Leibniz developed a notation for derivatives quite different from those used before. Using y for $f(x)$, he wrote the difference quotient $(f(x + h) - f(x))/h$ in the form $\Delta y/\Delta x$, where Δx (read as «delta x ») was written for h , and Δy for $f(x + h) - f(x)$. The symbol Δ is called a difference operator.

Not only was Leibniz's notation different, but his way of thinking about derivatives was different. He thought of the limit dy/dx as a quotient of "infinitesimal" quantities dy and dx called "differentials", and he referred to the derivative dy/dx as a "differential quotient." Leibniz imagined infinitesimals as entirely new type of numbers which, although not zero, were smaller than every positive real number.

Even though Leibniz was not able to give a satisfactory definition of infinitesimals, he and his followers used them freely in their development of calculus. Consequently, many people found calculus somewhat mysterious and began to question the validity of the methods. The work of Cauchy and others in the 19th

Century gradually led to the replacement of infinitesimals by the classical theory of limits.

(adopted from <http://fliiby.com/file/562334/5dmfcyp29x.html>)

3

Time Discreteness

Every system representable by the basic finite state model is assumed to be controlled by an independent synchronizing source, in the following fashion: The system variables are not measured continuously, but only at the discrete instants of time at which a certain specified event, called a synchronizing signal, is exhibited by the source. These instants of time are called sampling times, the v^{th} sampling time being denoted by t_v ($v = 1, 2, \dots$). An additional assumption is that the behaviour of the system at any sampling time t_v is independent of the interval between t_v and the previous sampling time t_{v-1} . Thus, the true independent quantity, against which every system variable is measured, is not time, but the ordinal number associated with the sampling times. A system variable $v(t)$, therefore, can be written as v_v , which designates the value of v at the v^{th} sampling time.

It should be emphasized that the foregoing assumptions do not imply that the time intervals between two successive synchronizing signals are uniform; neither does it imply that a system variable, within such interval, exhibits some specific mode of behaviour (say, remains constant). The only implication is that, whatever the interval is, and whatever the system variations within the interval are, the values of the variables at the v^{th} sampling time depend on the number v and not on the value of t_v .

Systems which conform with the time discreteness assumption made above are said to be synchronous. Systems in which this assumption is not valid are called asynchronous systems. In practice, many systems which are inherently asynchronous may be, for purpose of analysis, treated as synchronous. As an example, consider a

system composed of a switch controlling a light bulb. The input variable is the position of the switch (on or off), and the output variable is the condition of the bulb (lighted or not lighted). The synchronizing source in this case is the operator of the switch, and the synchronizing signal is the switch-throwing action. To the extent that the value of each variable at the v^{th} sampling time (i.e., when the switch is thrown for the v^{th} time) is independent of the intervals between the sampling times (i.e., between one switch-throwing operation and the next), the described system may be regarded as synchronous. Strictly speaking, however, the system is an asynchronous one, since the operation of physical switches and bulbs does depend on the interval between successive switchings: when the switching frequency becomes too high, one can no longer assert, for example, that the light is always on when the switch is on. Nevertheless, when the switching frequency is known to be sufficiently low (this knowledge may be based on the specified characteristics of the synchronizing source), the system may be safely regarded as a synchronous one.

(adopted from <http://www.e-reading.org.ua/djvureader.php/135702/Gill> - introduction to theory of finite-state machines.html)

4

States

While the excitation and response variables are, by choice, quantities which can be observed and measured by the investigator, the intermediate variables are often of obscure nature and their values are often immeasurable. The importance of the intermediate variables, however, does not lie in their individual behaviors, but rather in their combined effect on the relationship between the input and output variables. This “combined effect,” like the variables which cause it, is subject to the time-discreteness and alphabet-finitude assumptions. The effect is called the state of the system, the state at time t_v being denoted by s_v . The set of states which can be exhibited by a system is called the state set of the system and is denoted by S .

The concept of a state can be accurately defined only through the role played by it in the postulation of the basic finite-state model. This role can be described through the following two statements: (1) The output symbol at the present sampling time is uniquely determined by the input symbol and state at the present sampling time. (2) The state at the next sampling time is uniquely determined by the input symbol and state at the present sampling time. Thus, roughly, the state of a finite-state machine at any given sampling time is that variable which, together with the input symbol, enables one to predict the output symbol at this sampling time and the variable at the next sampling time.

As an example, consider a game in which a coin is tossed repeatedly and a point is scored for the first tail in every run of tails and for each head, except the first two heads, in every run of heads. In this case the system is the game, the synchronizing source is the player, and the synchronizing signal is the tossing operation; the input variable is the face of the coin, and the output variable is the score per toss. The input alphabet, then, is {Head, Tail}, and the output alphabet is {Point, No point}. To determine the state set, one looks for a set of conditions (which may be expressed verbally, symbolically, numerically, or in any other convenient form) such that the knowledge of the present condition and coin face would uniquely determine the present score and next condition. From the description of the game it can be deduced that, in order to predict the score, one must know the present and two previous coin faces. Tentatively, therefore, consider the state set {Mark first head, Mark two heads, Mark tail}, where "Mark first head" is the state of the system when head follows tail, "Mark two heads" is the state when head follows head, and "Mark tail" when tail follows tail or head. A point is scored each time the system is in state "Mark two heads" and the input is "Head," or when the system is in a state other than "Mark tail" and the input is "Tail." When the present state is "Mark first head" or "Mark two heads," the next state is "Mark two heads" if the input is "Head," and "Mark tail" if the input is "Tail"; when the present state is "Mark tail," the next state is "Mark head" if the input is "Head," and "Mark tail" if the input is "Tail." It has

thus been verified that, knowing the present state and input, the present output and next state can be predicted and, hence, that the chosen state set meets all the requirements.

The selection of a state set in any given problem is neither unique nor necessarily simple. Since no general rules are available for this selection, it often calls for a trial-and-error approach. The speed at which the state set is selected and the size of the selected set are, by and large, a matter of “insight” and personal acquaintance with the system at hand.

(adopted from <http://www.e-reading.org.ua/djvureader.php/135702/Gill> - introduction to theory of finite-state machines.html)

5

Remarks on Chern-Simons Theory

There are rich stories to tell about both the classical and quantum Chern-Simons invariants in geometry, topology, and physics. The classical Chern-Simons invariant is an obstruction to conformal immersions of 3-manifolds into Euclidean space, is closely related to the Atiyah-Patodi-Singer invariant, and was refined in the theory of different characters. It appeared in physics before Witten’s work, for example in the theory of anomalies. The quantum Chern-Simons invariant is closely related to the Jones invariants of links, which have had many applications in knot theory. But we do not attempt here a review of all work on Chern-Simons. Our interest is the structure behind the quantum invariants as they relate to structure in physics. Indeed, Witten’s achievement was to fit the Jones invariants into a larger structure, that of a 3-dimensional quantum field theory.

The beginning of the 20th century saw two revolutionary developments in physics: relativity and quantum mechanics. The mathematical basis for general relativity – differential geometry – was already well-developed when Einstein came along, and in turn his gravitational equations, which focus attention on Ricci curvature, spurred many developments in Riemannian geometry. Quantum

mechanics, on the other hand, quickly inspired the development of operator theory and parts of representation theory. These foundations for quantum mechanics later influenced many other parts of mathematics, including diverse areas such as partial differential equations and number theory. Quantum field theory in its first incarnation, quantum electrodynamics, combines quantum mechanics and Maxwell's classical theory of the electromagnetic field. It has provided some of the most precise computational agreement between theory and experiment, and is the setting for the standard model of particle physics. Although there has been much mathematical work on quantum field theory, its foundations are not at all settled. The interaction with mathematics has greatly broadened over the past 25 years: now quantum field theory (and also string theory) enjoys a deep interaction with many branches of mathematics, suggesting novel results, surprising connections, and new lines of research. One important impetus for this development was the advent of new examples of quantum field theories closely connected with geometry and topology.

Quantum Chern-Simons theory is one of the first examples, and it is a purely topological theory at both the classical and quantum levels. We use it here as a focal point to discuss topological quantum field theories (TQFT) in general. From it we have gained insight into the formal structure of all quantum field theories, not just topological ones, and it is that general structure which we accentuate. Also, Chern-Simons theory provides a window into the entire interchange between mathematics and these parts of physics.

Witten's main tool is the path integral, an integral on a function space. (In Feynman's approach to quantum mechanics it is truly an integral over a space of paths; in general field theories it is still usually referred to as the 'path integral', though 'functional integral' is better.) We focus on locality, which is manifested in gluing laws. This formal structure is nicely expressed in familiar terms as a linearization of correspondence diagrams. Here the correspondence diagrams are built from the semiclassical fields; the linearization is the quantum theory.

Preference Structures

A preference structure on a set A can be given as a pair $\langle A, \rho \rangle$ where ρ is arbitrary reflexive binary relation on A .

The condition $(a_1, a_2) \in \rho$ means that element a_1 is less preference than a_2 . Given a preference relation $\rho \subseteq A^2$, we denote $\rho^s = \rho \cap \rho^{-1}$ its symmetric part and $\rho^* = \rho \setminus \rho^s$ its strict part.

We write

$$\begin{aligned} a_1 \overset{\rho}{\lesssim} a_2 & \text{ instead of } (a_1, a_2) \in \rho, \\ a_1 \overset{\rho^s}{\sim} a_2 & \text{ instead of } (a_1, a_2) \in \rho^s, \\ a_1 \overset{\rho}{\prec} a_2 & \text{ instead of } (a_1, a_2) \in \rho^*. \end{aligned}$$

Remark 1. Conditions $a_1 \overset{\rho}{\lesssim} a_2$ and $a_2 \overset{\rho}{\prec} a_1$ are not compatible.

In this paper we consider some important types of preference structures: transitive, antisymmetric, linear, acyclic, ordinal.

Definition 1. A preference structure $\langle A, \rho \rangle$ is called

– *transitive* if for any $a_1, a_2, a_3 \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \wedge (a_2, a_3) \in \rho \Rightarrow (a_1, a_3) \in \rho;$$

– *antisymmetric* if for any $a_1, a_2 \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \wedge (a_2, a_1) \in \rho \Rightarrow a_1 = a_2;$$

– *linear* if for any $a_1, a_2 \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \vee (a_2, a_1) \in \rho;$$

– *acyclic* if for any $n = 2, 3, \dots$ and $a_1, \dots, a_n \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \wedge \dots \wedge (a_{n-1}, a_n) \in \rho \wedge (a_n, a_1) \in \rho \Rightarrow a_1 = a_2 = \dots = a_n;$$

– ordinal if axioms of transitivity and antisymmetry hold.

Remark 2. An ordinal preference structure $\langle A, \rho \rangle$ is a transitive and acyclic one and the converse is true.

Thus, transitive preference structure and acyclic one are a natural generalization of ordinal preference structure.

Definition 2. Let $\langle A, \rho \rangle$ be a preference structure and ε be an equivalence relation. Relation ρ is said to be *acyclic under ε* if for any $n = 2, 3, \dots$ the implication

$$a_0 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} \dots \stackrel{\rho}{\lesssim} a_n \stackrel{\rho}{\lesssim} a_0 \Rightarrow a_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n$$

holds.

Homomorphisms of preference structures

Let $\langle A, \rho \rangle$ and $\langle B, \sigma \rangle$ be two preference structures.

Definition 3. A mapping $\psi: A \rightarrow B$ is called a *homomorphism* of the first structure into the second one if for any $a_1, a_2 \in A$ the condition

$$a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2 \Rightarrow \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2) \tag{2}$$

holds.

A homomorphism $\psi: A \rightarrow B$ is said to be a *homomorphism "onto"* if ψ is a mapping of A onto B .

A homomorphism ψ is said to be *strict* if the following two conditions are satisfied:

$$a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2 \Rightarrow \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{<} \psi(a_2), \quad (3)$$

$$a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2 \Rightarrow \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2). \quad (4)$$

A homomorphism ψ is called *regular* if the following two conditions

$$\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{<} \psi(a_2) \Rightarrow a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2, \quad (5)$$

$$\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2) \Rightarrow \psi(a_1) = \psi(a_2). \quad (6)$$

hold.

Remark 3. For any homomorphism the condition (4) holds. Indeed, let ψ be a homomorphism from A into B and $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$ holds. The condition $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$ means that $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$ and $a_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_1$ hence $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2)$ and $\psi(a_2) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_1)$ hold, i.e. $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2)$.

Remark 4. Any strict homomorphism is a homomorphism but the converse is false.

Let $\langle A, \rho \rangle$ be a preference structure and $\varepsilon \subseteq A^2$ an equivalence relation.

Definition 4. A factor-structure for preference structure $\langle A, \rho \rangle$ is a pair $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$, where we denote for any $C_1, C_2 \in A/\varepsilon$:

$$(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon \stackrel{\text{def}}{\iff} (\exists a_1 \in C_1, a_2 \in C_2) (a_1, a_2) \in \rho.$$

Lemma 1 (about homomorphisms of preference structures).

Let $\langle A, \rho \rangle$ be a preference structure, ε be an equivalence relation on A .

Then:

1. a canonical mapping $\psi: a \rightarrow [a]_\varepsilon$ is a homomorphism from preference structure $\langle A, \rho \rangle$ onto factor-structure $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$;
2. a canonical mapping ψ is a strict homomorphism if and only if condition

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \underset{\rho}{\succsim} a_2 \\ a'_1 \equiv_\varepsilon a_1 \\ a'_2 \equiv_\varepsilon a_2 \\ a'_2 \underset{\rho}{\succsim} a'_1 \end{array} \right\} \Rightarrow a_1 \underset{\rho}{\sim} a_2 \quad (7)$$

is satisfied;

3. a canonical mapping ψ is a regular homomorphism if and only if conditions

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \not\equiv_\varepsilon a_2 \\ a_1 \underset{\rho}{\prec} a_2 \\ a'_1 \equiv_\varepsilon a_1 \\ a'_2 \equiv_\varepsilon a_2 \end{array} \right\} \Rightarrow a'_1 \underset{\rho}{\prec} a'_2, \quad (8)$$

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \underset{\rho}{\succsim} a_2 \\ a'_1 \equiv_\varepsilon a_1 \\ a'_2 \equiv_\varepsilon a_2 \\ a'_2 \underset{\rho}{\succsim} a'_1 \end{array} \right\} \Rightarrow a_1 \equiv_\varepsilon a_2. \quad (9)$$

hold.

Proof (of lemma).

1. Suppose $a_1 \underset{\rho}{\succsim} a_2$. Then according to definition factor-relation $[a_1]_\varepsilon \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} [a_2]_\varepsilon$. Hence ψ is a homomorphism. Since a canonical homomorphism is a homomorphism "onto", we obtain the proof of the part (1) of Lemma.
2. Let a canonical homomorphism ψ be strict. The implication condition (7) is sat-

isfied. Suppose $a_1 \underset{\rho}{\prec} a_2$. Since a canonical homomorphism is strict by condition of the Lemma then $[a_1]_\varepsilon \underset{\rho/\varepsilon}{\prec} [a_2]_\varepsilon$ holds. On the other hand from the condition $a'_2 \underset{\rho}{\sim} a'_1$ it follows that $[a'_2]_\varepsilon \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} [a'_1]_\varepsilon$. As $[a_1]_\varepsilon = [a'_1]_\varepsilon$, $[a_2]_\varepsilon = [a'_2]_\varepsilon$ then

$$\left\{ \begin{array}{l} [a_1]_\varepsilon \underset{\rho/\varepsilon}{\prec} [a_2]_\varepsilon, \\ [a_2]_\varepsilon \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} [a_1]_\varepsilon. \end{array} \right.$$

The last system of conditions cannot be true (because of remark 1). Hence

our assumption is not true and since $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$ we get $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$.

Conversely, suppose that the condition (7) holds. We have to prove that a canonical homomorphism is strict. Indeed, take two elements a_1, a_2 for which $a_1 \stackrel{\rho}{\lt} a_2$

takes place, hence $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$. By the part (1) of this Lemma $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_2]_\varepsilon$ holds.

We assume that $[a_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon$. Then there exist elements a'_1, a'_2 such that

$a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1, a'_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2$, condition $a'_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_1$ holds. In this case, all assumptions of

condition (7) are satisfied and by (7) we have $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$, which is contradictory

to $a_1 \stackrel{\rho}{\lt} a_2$. Thus, $[a_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon$ does not take place and we get $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lt} [a_2]_\varepsilon$.

So, the first condition of homomorphism (3) for canonical homomorphism is satisfied. By remark 3 ψ is a strict homomorphism.

3. It is suffice to verify that for regular homomorphism ψ its kernel ε_ψ satisfies (8) and (9). Suppose

$$\begin{cases} a_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\neq} a_2, \\ a_1 \stackrel{\rho}{\lt} a_2, \\ a'_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_1, \\ a'_2 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_2. \end{cases}$$

From $a_1 \stackrel{\rho}{\lt} a_2$ it follows that $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$ then $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2)$. Assume that

$\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2)$; by using (6) we get $\psi(a_1) = \psi(a_2)$, i.e. $a_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_2$ in contradiction

with our assumptions. Hence $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lt} \psi(a_2)$ holds, i.e. $\psi(a'_1) \stackrel{\sigma}{\lt} \psi(a'_2)$.

By (5) we obtain $a'_1 \stackrel{\rho}{\lt} a'_2$ which was to be proved.

Now suppose conditions of (9) hold. Since ψ is a homomorphism we have

$$\begin{cases} \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2), \\ \psi(a'_2) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a'_1). \end{cases}$$

Hence $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2)$. By (6) we get $\psi(a_1) = \psi(a_2)$, i.e. $a_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_2$.

Conversely, assume $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lt} [a_2]_\varepsilon$. Then $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_2]_\varepsilon$, that is, there exist such

elements a'_1, a'_2 that $a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1, a'_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2$ and $a'_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_2$. The condition $a'_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_1$

does not hold otherwise $[a'_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a'_1]_\varepsilon$, i.e. $[a_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon$; it is contradiction

(see remark 1). Hence $a'_1 \stackrel{\rho}{\lt} a'_2$. The condition $a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a'_2$ does not hold, hence the

conditions

$$\begin{cases} a_1 \not\stackrel{\varepsilon}{\sim} a_2, \\ a'_1 \stackrel{\rho}{\prec} a'_2, \\ a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a'_1, \\ a_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a'_2. \end{cases}$$

hold. According to (8) we obtain $a_1 \stackrel{\rho}{\prec} a_2$. Now verify (6). Suppose $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\sim} [a_2]_\varepsilon$, i.e. there exist elements $a'_1, a''_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1$ and $a'_2, a''_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2$ such that

$$\begin{cases} a'_1 \stackrel{\rho}{\sim} a'_2, \\ a''_2 \stackrel{\rho}{\sim} a''_1. \end{cases}$$

Then according to (9) we get $a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a'_2$, i.e. $[a_1]_\varepsilon = [a_2]_\varepsilon$, which was to be proved. \square

Lemma 2. Let $\langle A, \rho \rangle$ be a preference structure, ε be an equivalence relation on A . Factor-structure of preferences $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ is transitive if and only if the inclusion

$$\rho \circ \varepsilon \circ \rho \subseteq \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon \quad (10)$$

holds.

Proof (of lemma).

Suppose $(a_1, a_3) \in \rho \circ \varepsilon \circ \rho$. According to the definition of composition of binary relations, then there exist such elements $a_2, a'_2 \in A$ that $(a_1, a_2) \in \rho$, $(a_2, a'_2) \in \varepsilon$, $(a'_2, a_3) \in \rho$ hold. Denote by $C_1 = [a_1]_\varepsilon$, $C_2 = [a_2]_\varepsilon = [a'_2]_\varepsilon$, $C_3 = [a_3]_\varepsilon$. According to the definition of factor-relation we have $(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon$, $(C_2, C_3) \in \rho/\varepsilon$; since the factor-relation is supposed to be transitive then $(C_1, C_3) \in \rho/\varepsilon$. It means that for some $a'_1 \in C_1$, $a'_3 \in C_3$, $(a'_1, a'_3) \in \rho$ is satisfied. As $a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1$, $a'_3 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_3$ we get $(a_1, a_3) \in \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon$ which was to be proved.

Conversely, let the inclusion (10) holds. Let us take three classes $C_1, C_2, C_3 \in A/\varepsilon$ for which $(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon$, $(C_2, C_3) \in \rho/\varepsilon$. Then there exist the elements $a_1 \in C_1$, $a_2 \in C_2$, $a'_2 \in C_2$, $a_3 \in C_3$ such that $(a_1, a_2) \in \rho$, $(a'_2, a_3) \in \rho$. Since $a'_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2$ we get $(a_1, a_3) \in \rho \circ \varepsilon \circ \rho$. Hence, according to (10), $(a_1, a_3) \in \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon$. It means that there exist the elements $\bar{a}_1, \bar{a}_3 \in A$ such that $(a_1, \bar{a}_1) \in \varepsilon$, $(\bar{a}_1, \bar{a}_3) \in \rho$, $(\bar{a}_3, a_3) \in \varepsilon$. Then $([\bar{a}_1]_\varepsilon, [\bar{a}_3]_\varepsilon) \in \rho/\varepsilon$ and as $[\bar{a}_3]_\varepsilon = [a_3]_\varepsilon = C_3$, $[\bar{a}_1]_\varepsilon = [a_1]_\varepsilon = C_1$ we get $(C_1, C_3) \in \rho/\varepsilon$ which was to be proved. \square

Corollary 1. Let $\langle A, \rho \rangle$ be a transitive preference structure, ε be an equivalence relation on A . If at least one of the conditions $\rho \circ \varepsilon \subseteq \varepsilon \circ \rho$ or $\varepsilon \circ \rho \subseteq \rho \circ \varepsilon$ or $\varepsilon \subseteq \rho$ holds then factor-structure $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ is transitive.

Proof (of corollary).

1. Indeed, let for example the first inclusion $\rho \circ \varepsilon \subseteq \varepsilon \circ \rho$ be satisfied. Then $\rho \circ \varepsilon \circ \rho \subseteq (\rho \circ \varepsilon) \circ \rho \subseteq (\varepsilon \circ \rho) \circ \rho = \varepsilon \circ \rho^2 \subseteq \varepsilon \circ \rho \subseteq \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon$. According to Lemma 2 factor-structure $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ is transitive.

2. Now let $\varepsilon \subseteq \rho$ be satisfied. Multiplying the inclusion $\varepsilon \subseteq \rho$ by ρ to the left we have $\rho \circ \varepsilon \subseteq \rho \circ \rho = \rho^2 \subseteq \rho \subseteq \varepsilon \circ \rho$. Multiplying initial inclusion $\varepsilon \subseteq \rho$ by ρ to the right we obtain $\varepsilon \circ \rho \subseteq \rho \circ \rho = \rho^2 \subseteq \rho \circ \varepsilon$. From the inclusions proved we have $\rho \circ \varepsilon = \varepsilon \circ \rho$, i.e. relations ρ and ε commute. From part (1) of the proof of this corollary it follows that $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ is transitive. \square

Lemma 3. Let $\langle A, \rho \rangle$ be a preference structure, ε be an equivalence relation on A . Factor-structure $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ is acyclic if and only if $\rho \cup \varepsilon$ is acyclic under ε .

Proof (of lemma).

Remark 5. It is easy to verify that conditions

$$a_0 \stackrel{\rho \cup \varepsilon}{\lesssim} a'_1 \stackrel{\rho \cup \varepsilon}{\lesssim} a_1 \stackrel{\rho \cup \varepsilon}{\lesssim} \dots \stackrel{\rho \cup \varepsilon}{\lesssim} a_n \stackrel{\rho \cup \varepsilon}{\lesssim} a'_0 \stackrel{\rho \cup \varepsilon}{\lesssim} a_0 \Rightarrow a_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n \quad (11)$$

and

$$a_0 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_0 \Rightarrow a_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n \quad (12)$$

are equivalent.

Let condition of the implication (12) holds. Put $C_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} [a_0]_\varepsilon = [a'_0]_\varepsilon$, $C_1 = [a_1]_\varepsilon = [a'_1]_\varepsilon, \dots, C_n = [a_n]_\varepsilon = [a'_n]_\varepsilon$. According to the definition factor-relation we have $(C_0, C_1) \in \rho/\varepsilon, (C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon, \dots, (C_n, C_0) \in \rho/\varepsilon$. Since factor-relation is supposed to be acyclic then $C_0 = C_1 = \dots = C_n$. It means that $a_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n$.

Conversely, let (12) be satisfied. Let us take classes $C_0, C_1, \dots, C_n \in A/\varepsilon$, for which $(C_0, C_1) \in \rho/\varepsilon, (C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon, \dots, (C_n, C_0) \in \rho/\varepsilon$. Then there exist elements $a_0 \in C_0, a'_1 \in C_1, a_1 \in C_1, a'_2 \in C_2, \dots, a_n \in C_n, a'_0 \in C_0$ such that $(a_0, a'_1) \in \rho, (a_1, a'_2) \in \rho, \dots, (a_n, a'_0) \in \rho$; since $a'_i \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_i$ ($i = 0, 1, \dots, n$) we get $a_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n$. It means that $[a_0]_\varepsilon = [a_1]_\varepsilon = \dots = [a_n]_\varepsilon$. As $C_0 = [a_0]_\varepsilon, C_1 = [a_1]_\varepsilon, \dots, C_n = [a_n]_\varepsilon$ we obtain $C_0 = C_1 = \dots = C_n$. This completes the proof of Lemma 3. \square

(adopted from Savina T. F. Homomorphisms and Congruence Relations for Games with Preference Relations

// Contributions to Game Theory and Management. Vol. III. Collected Papers on the Third International Conference Game Theory and Management. SPb.: Graduate School of Management SPbU, 2010)

SECTION III

PHYSICS

1

The Frequency Agile Solar Radiotelescope

Introduction and Background

Radio observations have played an important role in solar physics for many decades. Beginning in the late 1940s, radio observations were first used to directly measure the kinetic temperature of the solar corona, which is optically thick at meter wavelengths. Early radio interferometric techniques were first devised and applied to studies of compact, nonthermal radiation associated with sunspot groups. These techniques were further refined, forming the underpinnings of modern Fourier synthesis imaging techniques. In the intervening years, solar observations at radio wavelengths have proceeded along two lines:

1) Spectroscopic observations of the Sun have been pursued primarily at decimeter, meter, and decameter wavelengths. These have been used to discover a rich taxonomy of radio burst activity that has been used to probe a wide variety of physical processes in the solar corona, including energy release, electron beams, shocks, and coronal magnetic fields. More recently, spectroscopic observations at centimeter wavelengths have matured, yielding insights on electron acceleration and transport in flares and the structure of active regions. With the advent of space-borne instrumentation, spectroscopic observations were extended to hectometer and kilometer wavelengths, wavelengths that are inaccessible to study from the ground owing to the ionospheric frequency cutoff near 10 MHz. Space-based observations have allowed interplanetary electron beams and shocks to be studied as they propagate from the outer solar corona to 1 AU and beyond.

2) Imaging observations of the Sun and solar phenomena at discrete radio frequencies have been performed for decades from the ground, but are not yet available

from space. The prevailing imaging technique is Fourier synthesis imaging although other techniques have been used in past years (e.g., "Jo synthesis" was employed by the Culgoora Radioheliograph, as described in McLean & Labrum 1985). The Sun is routinely imaged with arcsecond resolution using Fourier synthesis imaging techniques at centimeter wavelengths with instruments like the Very Large Array (VLA) or the Nobeyama Radioheliograph (NoRH), or with arcminute resolution at decimeter and meter wavelengths by the Nancay Radioheliograph (NRH).

However, in order to exploit the information embodied in radio emission from the Sun requires fully wedding spectroscopic and imaging capabilities in a single instrument. Moreover, these capabilities must be available on time scales commensurate with those relevant to physical processes on the Sun. This is the motivating factor behind the Frequency Agile Solar Radiotelescope: an instrument that performs broadband imaging spectroscopy.

(adopted from Gary D.E., Keller Ch.U. The Frequency Agile Solar Radiotelescope// Solar and Space Weather Radiophysics - Current Status and Future Developments. Kluwer Academic Publishers, 2004)

2

Coronal Magnetic Fields

It is widely recognized that an understanding of the nature and evolution of coronal magnetic fields is of fundamental importance to acquiring a deeper understanding of a wide variety of outstanding problems, including coronal heating and the origin of the solar wind, solar flares, coronal mass ejections, and particle acceleration and transport. Yet quantitative measurements of the coronal magnetic field have remained elusive. A key capability of FASR will be to exploit a number of diagnostics to measure, or otherwise constrain, coronal magnetic fields. Because of the paucity of such measurements to date, and because of the difficulty of measuring coronal fields at other wavelengths, the impact of FASR may be greatest in its ability to measure fields through a variety of techniques.

Magnetic fields in active regions of strengths > 150 G can be measured using gyroresonance absorption. A measurement of the magnetic field at the base of the

corona is straightforward. Extraction of the three-dimensional magnetic field remains a research problem that will be solved through inversion techniques, forward modeling, or other means.

The longitudinal component of weak magnetic fields can be measured using the difference between the free-free absorption coefficient for the ordinary (o) and extraordinary (x) magneto-ionic modes. This difference manifests itself as circularly polarized emission, the magnitude of which depends on the longitudinal component of the coronal magnetic field.

Solar activity also yields a number of diagnostic tools for measuring coronal magnetic fields. These include the use of gyrosynchrotron radiation to measure magnetic fields in flaring loops and in the expanding loops of certain coronal mass ejections. Statistical studies of the polarization properties of solar radio bursts at meter wavelengths have been used to constrain the macroscopic coronal magnetic field. With the availability of imaging spectroscopy, polarization measurements of specific radio bursts and their trajectories will yield magnetic field measurements in specific regions of the solar corona.

(adopted from Gary D.E., Keller Ch.U. The Frequency Agile Solar Radiotelescope// Solar and Space Weather Radiophysics - Current Status and Future Developments. Kluwer Academic Publishers, 2004)

3

Imaging the Cardiovascular Pulse

Introduction

Monitoring of cardiac pulse is widely used in health care, sport training, sleep studies, and psychophysiological (polygraph) examinations. Various contact measurement methods have been developed to estimate a subject's cardiac pulse. The golden standard for pulse measurement is Electro-Cardio-Graphy (ECG). ECG records the differences of the electric potential generated in different regions of the body due to the propagation of the action potential in the cardiac muscular fibers. ECG recording requires the use of a signal amplifier and at least three electrodes.

When one is interested mainly in the cardiac frequency and not in the exact shape of the cardiac signal, simpler pulse measurement devices can be used. Such devices compute the pulse through indirect effects of blood flow change in the vascular network of a tissue.

The piezoelectric transducer is a classical cardiac pulse measurement device, which registers local changes in blood pressure associated to the cardiac activity as a voltage signal. It is instrumented with a probe that is typically attached to a finger of the subject. This is a reliable method, but it is very sensitive to motion. The subject must stay still, because even slight finger motion will introduce substantial noise and cause signal fading.

Doppler ultrasound is a more advanced technology, which has been used to collect blood velocity spectra. The full pulse waveform of the carotid has been recovered based on the blood velocity spectra by D.W. Holdsworth et al. in 1999.

No contact-free pulse measurement method based on passive sensing has been demonstrated so far. Recently, Pavlidis et al. have proposed a series of bioheat and statistical models that in combination with customized highly sensitive thermal imaging hardware can measure various physiology variables from several feet away from the subject. These include contact-free measurements of perfusion, vessel blood flow, and breathing rate.

(adopted from Sun N., Garbey M., Merla A., and Pavlidis I. Imaging the Cardiovascular Pulse// Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, California, June, 2005. Vol. 2)

4

Microstructured Optical Fibers

Microstructured optical fibers are characterized by having a plurality of air holes running along the entire length of the fiber. The optical properties of this class of fibers are determined by the geometry, size, and relative position of the air holes. By varying these parameters, MOFs with strong evanescent fields in the air holes can be designed and fabricated.

The majority of MOFs produced worldwide are based on silica, the standard basis material for the fabrication of optical fibers. Recently, there has also been increasing interest in fabricating MOFs in other materials such as polymers or soft glasses. The fabrication method is usually determined by the fiber material. For silica-based MOFs, the stack-and-draw technique is by far the most used technique. Capillary tubes are stacked and drawn to a pre-form that is heated to approximately 2,000 °C and drawn to a fiber. This method has its limitations with respect to the freedom in the relative position of the air holes given by the stacking of individual silica capillary tubes. The method has still been very successful, and is capable of producing fibers with optical properties that cannot be obtained by using conventional solid optical fibers.

For polymer-based fibers, the air hole structure is most commonly defined by drilling holes in a solid pre-form. Polymer-based MOFs can be drawn directly from such a pre-form at temperatures in the range of a few hundred degrees Celcius depending on the polymer material. One major advantage of MOFs compared to standard solid optical fibers is the possibility of obtaining a strong overlap between light guided through the fiber and samples positioned in the air holes without removing the protective coating and cladding of the fiber.

(adopted from Rindorf L., Hoiby P. E., Jensen J. Towards Biochips Using Microstructured Optical Fiber Sensors// Anal Bioanal Chem. 2006)

5

Natural Polymer

One of the greatest potential in electrospun fiber is in the area of bioengineering. For many biomedical applications, the materials used have to be biocompatible, thus natural polymers have a distinct advantage over synthetic materials. Since most natural polymer can be degraded by naturally occurring enzymes, it can be used in applications where temporary implants are desired or in drug release. It is also possible to control the degradation rate of the implanted polymer by chemical cross-linking or other chemical modifications thus allowing

greater versatility in the design of the implant. Most polymers that have been electrospun are proteins and polysaccharides.

Proteins that have been electrospun include collagen, gelatin, fibrinogen and silk. One of the most commonly used natural polymers is collagen. Collagens are naturally found in connective tissues where they provide mechanical support. There are at least ten different forms of collagens and they are dominant in specific tissue.

All the collagens share the fundamental triple helix structure. As collagen exists naturally in fiber form, electrospun collagen fibers are able to mimic extracellular matrix in the body. Generally, collagen is relatively strong and form stable fibers especially after cross-linking. However, till date, only Type I, II and III collagen had been successfully electrospun together with their blends. The cost of collagen makes it expensive to yield thick fiber mesh from electrospinning. A cheaper alternative to collagen would be gelatin which can also be electrospun. Another protein that is electrospun for use in tissue engineering is fibrinogen. As this protein plays a key role in blood clotting and wound healing, electrospun fibrinogen has been explored for possible usage in wound dressings.

Proteins such as natural silk fiber have outstanding mechanical properties. This makes it an interesting candidate for application in biomedical field where mechanical property is important.

A few polysaccharides and its modified form have been electrospun. Cellulose is a major constituent of nearly all form of plant matters, thus making it one of the most widely distributed and available raw materials. It is possible to modify the structure of the cellulose by reaction with the hydroxyl group or degradation of the cellulose chain. Cellulose acetate (CA) is one of the most commonly used materials for applications in where semi-permeable membranes are required such as dialysis, ultrafiltration and reverse osmosis.

(adopted from Ramakrishna S., Fujihara K., Teo W.-E., Lim T.-Ch., Ma Z. Natural Polimer// An Introduction to Electrospinning and Nanofibers. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005)

SECTION IV

CHEMISTRY

1

Determination of Fat-Soluble Vitamins in Food and Pharmaceutical Supplement

Vitamins are organic substances present in several foods in low quantities and are indispensable to organic functions. Its systematic absence in the diet can result in deficient growing and development. Independently of the ambient factors, normally the animals cannot synthesize vitamins by anabolic vial, and for this reason, it is necessary to include vitamins in the alimentary diet. In general, vitamins are necessary in microquantities and the doses vary with age, physiological state and person physical activity. The nutritional necessity for vitamins increases in the growing, pregnancy and lactation periods, in condition of intensive work and during the occurrence of diseases, mainly the infectious ones. Traditionally vitamins are classified in fat-soluble (A, D, E and K) and hydro soluble (C and B complex – B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, B₉, and B₁₂).

The correlation between diet and health has led consumers to ingest foods containing vitamins, including the fortifier ones, and more recently, the pharmaceutical supplements, but the addition of these nutrients to industrial products can be utilized as only marketing strategy.

Due to the nutritional importance of vitamins several methodologies have been developed for determination of these substances in food, pharmaceutical supplements and biological fluids. There are a lot of analytical procedures to carry out the determination of vitamins in food, pharmaceutical and physiological samples such as spectrophotometry, spectrophotofluorimetry, voltametry and chromatography. As normally, it is necessary to determine more than one vitamin, the analytical method

must be able to determine multicomponents in complex samples, which can lead to interference in the chemical analysis; thus, the chromatographic method is one of the most important ones to carry out determination of vitamins as its exploitation permits to separate the analytes before the detection, which can avoid interferences.

As the chromatographic method is predominant to determine vitamins in several samples, and normally, this method cannot be considered green including the ones to determine fat-soluble vitamins, due to the utilization of several organic solvents as mobile phase and, considering that the society claim for the development of analytical methods able to associate selectively, sensitivity and green characteristics, the chemists should develop analytical methods that do not use hazardous reagents and that the amount of generated chemical waste should be minimal.

(adopted from Kienen V., Costa W. F., Visentainer J. V., Souza N. E., Oliveira C. C. Development of a Green Chromatographic Method for Determination of Fat-Soluble Vitamins in Food and Sharmaceutical supplement//Talanta 75, 2008)

2

Microwave Assisted Organic Synthesis

In the electromagnetic spectrum the microwave radiation region is located between infrared radiation and radio waves. Microwaves have wavelengths of 1 mm – 1 m corresponding to frequencies between 0.3 and 300 GHz. Telecommunication and microwave radar equipment occupy many of the band frequencies in this region. In general, in order to avoid interference the wavelength at which industrial and domestic microwave apparatus intended for heating operates is regulated to 12.2 cm corresponding to a frequency of 2.450 (± 0.050) GHz, but other frequency allocations do exist. It has been known for a long time that microwaves can be used to heat materials. In fact, the development of microwave ovens for the heating of food has more than a 50-year history. In the 1970s the construction of the microwave generator, the magnetron, was both improved and simplified. Consequently, the

prices of the domestic microwave ovens fell considerably leading to them becoming a mass product. The design of the oven chamber or cavity, however, which is crucial for the heating characteristics, was not significantly improved until the end of the 1980s.

In inorganic chemistry microwave technology has been used since the late 1970s, while it has only been implemented in organic chemistry since the mid-1980s. The development of the technology for organic chemistry has been rather slow compared to, for example, combinatorial chemistry and computational chemistry. This slow uptake of the technology has been principally attributed to its lack of controllability, safety aspects and a generally low degree of understanding of the basics of microwave dielectric heating. Since the mid- 1990s, however, the number of publications has increased significantly. The main reasons for this increase include the availability of commercial microwave equipment intended for organic chemistry and the development of the solvent-free technique, which has improved the safety aspects, but are mostly due to an increased interest in shorter reaction times.

The short reaction times and expanded reaction range that is offered by microwave assisted organic synthesis are suited to the increased demands in industry. In particular, there is requirement in the pharmaceutical industry for a higher number of novel chemical entities to be produced, which requires chemists to employ a number of resources to reduce the time for the production of compounds. Chemistry databases, software for diversity selection, on-line chemical ordering systems, open-access and high throughput systems for analysis and high-speed, parallel and combinatorial synthesis equipment have all contributed in increasing the throughput. The common factors for these technical resources are automation and computer-aided control.

In general, most organic reactions have been heated using traditional heat transfer equipment such as oil baths, sand baths and heating jackets. These heating techniques are, however, rather slow and a temperature gradient can develop within

the sample. In addition, local overheating can lead to product, substrate and reagent decomposition.

In contrast, in microwave dielectric heating the microwave energy is introduced into the chemical reactor remotely and direct access by the energy source to the reaction vessel is obtained. The microwave radiation passes through the walls of the vessel and heats only the reactants and solvents, not the reaction vessel itself. If the apparatus is properly designed, the temperature increase will be uniform throughout the sample, which can lead to less by-products and/or decomposition products. In pressurized systems, it is possible to rapidly increase the temperature far above the conventional boiling point of the solvent used.

(adopted from Lidstrom P., Tierney J., Wathey B., Westman J. Microwave Assisted Organic Synthesis – a Review. Scotland, UK, 2001)

3

Estimation of Minerals by Mid-infrared Spectrometry

Milk and dairy products are a major source of minerals, particularly calcium, involved in several metabolic functions in humans. Currently, several dairy products are enriched with calcium to prevent osteoporosis. The development of an inexpensive and fast quantitative analysis for minerals is required to offer dairy farmers an opportunity to improve the added value of the produced milk. The aim of this study was to develop 5 equations to measure Ca, K, Mg, Na, and P contents directly in bovine milk using mid-infrared (MIR) spectrometry. A total of 1,543 milk samples were collected between March 2005 and May 2006 from 478 cows during the Walloon milk recording and analyzed by MIR spectrometry. Using a principal component approach, 62 milk samples were selected by their spectral variability and separated in 2 calibration sets. Five outliers were detected and deleted. The mineral contents of the selected samples were measured by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Using partial least squares combined with a

repeatability file, 5 calibration equations were built to estimate the contents of Ca, K, Mg, Na, and P in milk. To assess the accuracy of the developed equations, a full cross-validation and an external validation were performed. The cross-validation coefficients of determination (R^2_{cv}) were 0.80, 0.70, and 0.79 for Ca, Na, and P, respectively ($n = 57$), and 0.23 and 0.50 for K and Mg, respectively ($n = 31$). Only Ca, Na, and P equations showed sufficient R^2_{cv} for a potential application. These equations were validated using 30 new milk samples. The validation coefficients of determination were 0.97, 0.14, and 0.88 for Ca, Na, and P, respectively, suggesting the potential to use the Ca and P calibration equations. The last 30 samples were added to the initial milk samples and the calibration equations were rebuilt. The R^2_{cv} for Ca, K, Mg, Na, and P were 0.87, 0.36, 0.65, 0.65, and 0.85, respectively, confirming the potential utilization of the Ca and P equations. Even if new samples should be added in the calibration set, the first results of this study showed the feasibility to quantify the calcium and phosphorus directly in bovine milk using MIR spectrometry.

(adopted from Soyeurt H., Bruwier D., Ronnee J.-M., Genler N., Bertozzi C., Veselko D., Dardenne P. Potential Estimation of Major Mineral Contents in Cow Milk Using Mid-infrared Spectrometry. American Dairy Science Association, 2009. Vol. 92. № 6)

4

Catalytic Performance of $\text{Pr}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{4\pm y}$ Mixed Oxides for NO Reduction by CO

Nitrogen oxides (NO_x) are major air pollutants that cause acid rain. The removal of NO_x is one of the key research topics in the protection of the environment. The method of NO_x reduction by NH_3 has been used in practice. However, due to the cost and secondary pollution it is urgent for us to search for effective but cheaper catalysts. The perovskite-type A_2BO_4 mixed oxides of the K_2NiF_4 structure consisting of alternating layers of ABO_3 perovskite and AO rock salt have recently been studied as new materials for their low cost, high catalytic activity and high thermal stability.

Many studies have shown that the catalytic performance of $A_2B_4O_{14}$ mixed oxides to a greater extent are associated with the A-site and B-site ions, their corresponding valences and the crystal microstrain of these oxides as well. It is noted that there has been much literature available contributing to the investigations of LnSrCuO_4 and LnSrNiO_4 catalysts. Recently, CO and C_3H_8 oxidation-catalyzing reactions of LnSrCoO_4 catalysts have been studied but the studies involving the investigation of LnSrCoO_4 are considerably limited. Though the catalytic oxidation performance of LnSrCoO_4 catalysts is promising, almost no literature has been dedicated to the catalytic reduction performance in the removal of NO_x . Therefore, further investigation is of great necessity.

(adopted from Zhong H., Zeng X. Physiochemical Properties and Catalytic Performance of $\text{Pr}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{4+y}$ Mixed Oxides for NO Reduction by CO//Kinetics and Catalysis. 2006. Vol. 47. № 3)

5

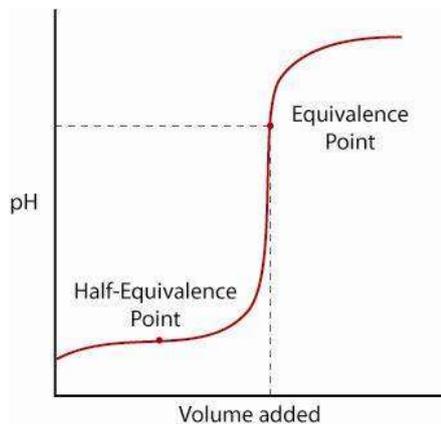
Titration

Titration is a technique used in analytical chemistry to determine the concentration of an unknown acid or base. Titration involves the slow addition of one solution where the concentration is known to a known volume of another solution where the concentration is unknown until the reaction reaches a desired level. For acid/base titrations, a color change from a pH indicator is reached or a direct reading using a pH meter. This information can be used to calculate the concentration of the unknown solution.

If the pH of an acid solution is plotted against the amount of base added during a titration, the shape of the graph is called a titration curve. All acid titration curves follow the same basic shapes.

At the beginning, the solution has a low pH and climbs as the strong base is added. As the solution nears the point where all of the H^+ are neutralized, the pH rises

sharply and then levels out again as the solution becomes more basic as more OH^- ions are added.



The first curve shows a strong acid being titrated by a strong base. There is the initial slow rise in pH until the reaction nears the point where just enough base is added to neutralize all the initial acid. This point is called the equivalence point. For a strong acid/base reaction, this occurs at $\text{pH} = 7$. As the solution passes the equivalence point, the pH slows its

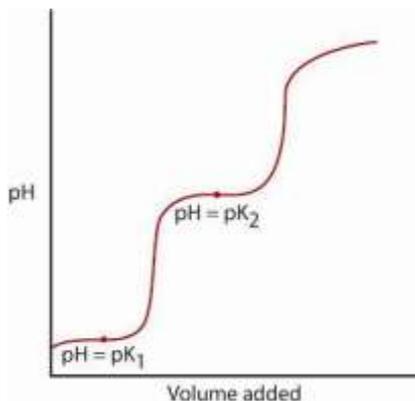
increase where the solution approaches the pH of the titration solution.

A weak acid only partially dissociates from its salt. The pH will rise normally at first, but as it reaches a zone where the solution seems to be buffered, the slope levels out. After this zone, the pH rises sharply through its equivalence point and levels out again like the strong acid/strong base reaction.

There are two main points to notice about this curve.

The first is the half-equivalence point. This point occurs halfway through a buffered region where the pH barely changes for a lot of base added. The half-equivalence point is when just enough base is added for half of the acid to be converted to the conjugate base. When this happens, the concentration of H^+ ions equals the K_a value of the acid. Take this one step further, $\text{pH} = \text{p}K_a$.

The second point is the higher equivalence point. Once the acid has been neutralized, notice the point is above $\text{pH}=7$. When a weak acid is neutralized, the solution that remains is basic because of the acid's conjugate base remains in solution.



The third graph results from acids that have more than one H⁺ ion to give up. These acids are called polyprotic acids. For example, sulfuric acid (H₂SO₄) is a diprotic acid. It has two H⁺ ions it can give up.

The first ion will break off in water by the dissociation



The second H⁺ comes from the dissociation of HSO₄⁻ by



This is essentially titrating two acids at once. The curve shows the same trend as a weak acid titration where the pH does not change for a while, spikes up and levels off again. The difference occurs when the second acid reaction is taking place. The same curve happens again where a slow change in pH is followed by a spike and leveling off.

Each 'hump' has its own half-equivalence point. The first hump's point occurs when just enough base is added to the solution to convert half the H⁺ ions from the first dissociation to its conjugate base, or its K_a value.

The second hump's half-equivalence point occurs at the point where half the secondary acid is converted to the secondary conjugate base or that acid's K_a value.

On many tables of K_a for acids, these will be listed as K_1 and K_2 . Other tables will list only the K_a for each acid in the dissociation.

This graph illustrates a diprotic acid. For an acid with more hydrogen ions to donate [e.g., citric acid ($H_3C_6H_5O_7$) with 3 hydrogen ions] the graph will have a third hump with a half-equivalence point at $pH = pK_3$.

(adopted from Helmenstine T. Acids and Bases – Titration Curves.
<http://chemistry.about.com/od/acidsbase1/ss/titrationcurves.htm>)

6

Asymmetric Aldol Reactions

The use of water as a solvent for chemical reactions is of great current interest mainly due to the low cost, safety and environmentally benign nature of water. Ever since the seminal contributions from Breslow and Grieco in the early 1980s on the positive effects of water on the Diels-Alder reaction, water has gained increasing recognition as a solvent for organic reactions.

In aqueous organic reactions, it is generally assumed that homogeneous solution is essential for an efficient chemical reaction. Therefore, a central theme of aqueous organic chemistry is to promote solubility of reactants and reagents in these reactions. However, some recent discoveries demonstrated that homogeneity is not essential for organic reactions to occur in aqueous media. Sharpless and co-workers reported several examples showing that substantial rate acceleration could be achieved in aqueous suspension under what they denoted as “on water” conditions. The groups of Takabe, Barbas and Hayashi showed that the direct asymmetric aldol reactions could be carried out with excellent enantioselectivity in water by employing prolinederived organocatalysts. Although the high reactivity of such inhomogeneous aqueous reactions is not fully understood, it is quite clear that hydrophobic effects play a pivotal role in promoting reactivity.

The aldol reaction is one of the most important carbon-carbon bond forming reactions yielding the β -hydroxy carbonyl structural scaffold which is frequently found in natural product and medicinal agents. In nature Class I aldolases catalyze highly efficient and enantioselective aldol reactions in water *via* the enamine mechanism. It is highly desirable to develop a chemical system that can mimic the action of aldolase and effect direct aldol reactions in water with excellent stereocontrol. Organocatalysis has experienced a renaissance in recent years. There have been numerous reports on direct asymmetric aldol reactions catalyzed by proline and its structural analogues that utilize the enamine mechanism. Proline is arguably the most efficient and versatile small organic “enzyme” that catalyzes a wide range of organic transformations. However, the proline-catalyzed aldol reactions can only afford high enantioselectivity in organic solvents. The presence of a large amount of water resulted in the formation of products with low or no enantioselectivity. Although it was shown in List’s initial report that primary and acyclic secondary amino acids failed to catalyze aldol reactions, Cordova and co-workers elegantly demonstrated that acyclic amino acids could effect the direct aldol reaction in DMSO with addition of water. We reasoned that a hydrophobic amino acid might be an efficient aldol catalyst in aqueous media. It is hypothesized that a hydrophobic catalyst should associate strongly with hydrophobic reactants in water. As a result of optimizing hydrophobic interactions the transition state may be better defined and high enantioselectivity might be achieved.

(adopted from Jiang Z., Liang Z., Wu X., and Lu Y. *Asymmetric Aldol Reactions Catalyzed by Tryptophan in Water*. Cambridge, UK, 2006)

РАЗДЕЛ I

КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

1

Один маленький шаг для GÉANT и гигантский скачок для Черноморского региона

Еврокомиссия увеличила сегодня пропускную способность интернет-канала для научных работников Южного Кавказа (Армения, Азербайджан и Грузия), запустив в работу крупнейшую научно-образовательную компьютерную сеть Черноморского региона. Финансируемая ЕС научно-образовательная региональная сеть BSI (Black Sea Interconnection) соединяет страны Южного Кавказа между собой и подключает их к высокоскоростной общеевропейской сети GÉANT, которая уже обслуживает 30 миллионов научных работников. Новое подключение позволит ученым и студентам работать совместно с их европейскими коллегами из 40 стран, обмениваясь большим количеством данных по сети.

«Для обеспечения равномерного развития глобальной исследовательской сети Еврокомиссия намерена управлять развитием Интернета», сказала Вивьен Реддинг, комиссар ЕС по вопросам информационного общества и СМИ. «Инвестировав 1.4 млн. евро в этот проект, мы обеспечим высокоскоростное интернет-подключение для университетов и исследовательских центров на Южном Кавказе и тем самым создадим главный цифровой мост, соединяющий ученых Черноморского региона с глобальным научным сообществом. Я полагаю, что более интенсивное и плодотворное сотрудничество с 4000 научно-исследовательских учреждений ЕС, подключенными к GEANT, принесет свои плоды и отразится на качестве научных исследований и их результатах, как в самой Европе, так и за ее пределами».

«Этот крупномасштабный проект является фундаментом для многих ключевых задач политики ЕС в Черноморском регионе», добавила Бенита Ферреро-Вальднер, комиссар ЕС по внешним связям и Европейской политике

соседства. «Он реализовывает программу «Черноморская синергия» в решающем секторе информационного общества, обеспечивая совместную инфраструктуру, которая не только поддерживает научно-исследовательскую деятельность, но и будущее введение новых онлайн-услуг, таких как «электронное правительство», «электронная коммерция», «электронное здравоохранение» и использование информационно-коммуникационных технологий в сфере образования, которые принесут пользу всему обществу в целом».

Последовавшие отклики политических деятелей региона и НАТО на этот значительный для региона шаг доступны в читальном зале Информационного Общества Еврокомиссии.

Основываясь на больших банках данных и грандиозной вычислительной мощности, ультрасовременное исследование поможет решить целый ряд задач, от прогнозирования землетрясений, расшифровки генетической информации, моделирования изменений климата и роста энергопотребностей до прогнозирования и управления распространением эпидемий. «Черноморская синергия» связывает страны Южного Кавказа с общеевропейской научно-исследовательской сетью GÉANT (MEMO/09/110) на ранее недоступных скоростях (от 34 до 100 мегабит в секунду). На этих скоростях всему региону станет доступен целый ряд высокотехнологичных услуг, таких как расширенная адресация с помощью новейшего протокола (IPv6, потенциально неограниченный источник межсетевых адресов (IP/08/803) и многоадресное вещание (обеспечивающее, например, более эффективное транслирование видео), которые являются инновационными технологиями высокоскоростной научно-исследовательской сети, доступной во всем мире.

Высокоскоростное соединение выведет сотрудничество между исследователями и учеными в регионе на качественно новый уровень. Подключение 377 университетов и научно-исследовательских институтов Южного Кавказа к общеевропейской сети Geant2, которая уже соединяет 34 национальных научно-исследовательских сети по всему миру, расширит

возможности науки и образования, как на Южном Кавказе, так и в самой Европе. Повседневная жизнь региона также может значительно измениться, поскольку подключение к общеевропейской сети, несомненно, отразится на доступности и качестве здравоохранения, к примеру, доктора смогут диагностировать больных на расстоянии и назначать лечение жителям бедных и отдаленных сел (больше примеров на МЕМО/09/110).

(Перевод Дарьи Целовальниковой)

2

Беспроводные коммуникации

Беспроводные коммуникации – это различные телекоммуникационные системы, которые используют радиоволны, чтобы нести сигналы и сообщения через расстояния. Беспроводные коммуникационные системы используют устройства, называемые передатчиками, для генерирования радиоволн. Микрофон или какой-нибудь другой механизм преобразовывают такие сообщения, как звуки или другие данные, в электронные импульсы. Передатчики изменяют или модулируют радиоволны таким образом, чтобы они могли нести импульсы и затем передавать модулированные радиосигналы через расстояния. Радиоприемники подхватывают эти сигналы и декодируют их обратно в исходные сообщения. Коммерческое радио и телевидение также представляют собой беспроводную телекоммуникационную систему, но радио и телевидение – это главным образом общественные службы вещания, а не персональные коммуникационные системы.

Беспроводные коммуникации дают людям больше возможностей для коммуникации, так как им не обязательно оставаться в фиксированном положении (в офисе или дома). Беспроводные технологии делают коммуникационные услуги более доступными, чем традиционные проводные услуги (такие как обычный телефон), которые предполагают монтирование проводов. Данные технологии требуются также в тех местах, где они временно необходимы, например, во время проведения фестивалей на открытом воздухе

или больших спортивных мероприятий. Эти технологии также применяются для того, чтобы общаться в отдаленной местности, например, в горах, джунглях или пустынях, где телефонные услуги невозможны. Беспроводные услуги позволяют людям общаться, находясь в автомобиле, самолете или другом движущемся транспортном средстве. Полиция, пожарные бригады и другие службы по чрезвычайным ситуациям используют двухстороннее радио для передачи информации между транспортными средствами, уже реагирующими на неотложные вызовы, что позволяет экономить ценное время. Строители и подсобные рабочие часто используют портативные радиостанции для коммуникации на небольших расстояниях и согласования действий. Многие деловые люди используют беспроводные коммуникации, в частности сотовые радиотелефоны, чтобы поддерживать связь с коллегами и клиентами во время поездок.

Принципы работы беспроводных коммуникаций

Беспроводные коммуникации начинаются с сообщения, которое преобразуется в электронный сигнал устройством, называемым передатчиком. Передатчик использует генератор для генерирования радиоволн. Передатчик модулирует радиоволну, чтобы нести электронный сигнал, а затем отправляет измененный радиосигнал в пространство, где его подхватывает приемник. Приемник расшифровывает, или демодулирует, радиоволну и проигрывает расшифрованное сообщение по репродуктору. Беспроводные коммуникации дают больше свободы действий, чем проводные средства сообщения. Однако, они имеют некоторые недостатки. Беспроводные коммуникации ограничены диапазоном передатчика (как далеко сигнал можно послать), и так как радиоволны перемещаются в атмосфере, им могут препятствовать электрические помехи (например, молнии).

Беспроводные коммуникационные системы включают в себя как односторонние передачи, когда человек всего лишь получает уведомление о сообщении, так и двусторонние передачи, такие как телефонный разговор

между двумя людьми. Примером устройства, которое осуществляет одностороннюю передачу, является пейджер, представляющий собой радиоприемник. Когда человек набирает номер пейджера, пейджерная компания посылает радиосигнал на нужный пейджер. Закодированный сигнал запускает электронную схему пейджера и уведомляет владельца пейджера о входящем звонке мелодией, вибрацией или зачастую отображает на экране номер телефона звонящего абонента. Усовершенствованные пейджеры могут отображать на экране короткие сообщения от звонящего абонента или предоставлять последние известия или спортивные результаты.

Двухсторонние передачи требуют наличия как передатчика, так и приемника для того, чтобы посылать и получать сигналы. Устройство, которое функционирует и как передатчик, и как приемник, называют приемопередатчиком. Сотовые радиотелефоны и двухсторонние радио используют приемопередатчики, чтобы поддерживать двустороннюю коммуникацию между людьми. Первые приемопередатчики были очень большими, но они уменьшились в размере благодаря развитию технологий. Стационарные приемопередатчики, как, например, те, что используются в полицейских участках, могут располагаться на рабочем столе, а переносные приемопередатчики тоже стали меньше размером. Некоторые современные модели переносных приемопередатчиков весят менее 0,2 кг (0,5 фунта).

Способы Радиосвязей

Системы беспроводных коммуникаций росли и изменялись с улучшением технологий. В настоящее время используется несколько различных систем, и все они работают на различных радиочастотах. Продолжают развиваться новые технологии, которые смогут предоставить лучшее обслуживание и гарантировать надежность.

Воздушные приемопередатчики

Радиооператоры все еще контролируют каналы бедствий, но морские и авиационные телекоммуникационные системы теперь используют высокочастотные радиостанции и спутники, способные передавать речь, а не только беспроводной телеграф для отправки сообщений. Пилоты самолета используют радио, чтобы общаться с авиадиспетчерами в аэропортах и с другими пилотами. Навигационные маяки оборудованы передатчиками, которые посылают автоматические сигналы в помощь судам и самолетам, терпящим бедствие, помогая определить их местоположение. Поскольку высокочастотное радио может передавать сигналы на длинные расстояния, качество этих сигналов может снизиться из-за плохой погоды или электрических помех в атмосфере, причиной которых часто является солнечное излучение.

Б Переносные радиоприемопередатчики

Полиция, пожарные бригады и другие службы по чрезвычайным ситуациям, так же как и военные, пользуются двусторонней беспроводной радиокommunikацией с 1930-х гг. Сначала радио, которые крепились на транспортные средства, представляли собой большие и тяжелые приборы. После изобретения транзистора в 1948, радио уменьшились в размере до маленьких переносных радиоприемопередатчиков, которыми стали пользоваться и гражданские власти, чтобы общаться друг с другом напрямую. Общественные двухсторонние радио с несколькими вариантами частоты также стали применяться повсеместно. Обычно ограниченные диапазоном в несколько миль, эти приборы являются большим подспорьем для таких мобильных профессионалов как рабочие-строители, съемочные группы, организаторы мероприятий и персонал службы безопасности. Более простые двухсторонние радиостанции, называемые рациями, были популярными детскими игрушками в течение многих лет.

В Сотовые радиотелефоны

Сотовые радиотелефоны, или сотовые телефоны, комбинируют портативную радиоспособность с проводной или кабельной телефонной сетью, предоставляя мобильным пользователям доступ к остальной общественной телефонной системе, используемой немобильными абонентами. Современные мобильные телефоны используют сеть с несколькими антеннами короткого диапазона, которые соединяются с телефонной системой. Поскольку антенны имеют более короткий диапазон, частоты могут многократно использоваться на небольших расстояниях без помех.

Г Спутниковые Коммуникации

Спутниковые коммуникационные службы соединяют пользователей непосредственно с телефонной сетью практически в любой точке мира. Специальные телефоны доступны для потребителей, которые общаются непосредственно со спутниками связи, вращающимися вокруг Земли. Спутники передают эти сигналы наземным станциям, которые связаны с телефонной системой. Эти спутниковые услуги, более дорогие, чем сотовые или другие беспроводные услуги, предоставляют пользователям доступ к телефонной сети в тех точках мира, где не существует телефонных услуг.

Количество компаний, предлагающих беспроводные коммуникационные услуги, постоянно возрастает в последние годы. В 1988 приблизительно 500 компаний предлагали услуги сотовой радиосвязи. К 1995 это число возросло до более 1500 компаний, служащих миллионам пользователей. Беспроводные коммуникации становятся все более и более популярными благодаря предлагаемым ими удобствам и мобильности, увеличившейся доступности радиочастот для передачи и усовершенствованию технологий.

Машины, предназначенные для того, чтобы ими думать

Весной 1957 года, продолжая исполнять обязанности исследователя и профессора Массачусетского технологического института (MIT), доктор Джозеф Карл Робнетт Ликлайдер записывал все задачи, которые выполнял в течение рабочего дня, и каждую из них отслеживал. Он не знал, что этот неофициальный эксперимент подготовил почву для изобретения интерактивных вычислений – технологии, которая служит мостом между машиной прошлых лет, работающей только с цифрами, и завтрашним «усилителем ума». Исследования Ликлайдера были посвящены психоакустике. Во время Второй Мировой Войны он исследовал то, как можно применить электронику к общению между людьми. В частности, Ликлайдер хотел понять, как человеческие ухо и мозг способны преобразовывать атмосферные колебания в восприятие отдельных звуков. После войны в MIT проводили разнообразные эксперименты по использованию электронных механизмов в моделировании отделов нервной системы; MIT стал центром как для новых направлений в биологии и психологии, так и для инженерных разработок, на которые вдохновляли работы в междисциплинарной области кибернетики Винера и других. Ликлайдер был одним из тех исследователей, кто увлёкся этими парадигмами не просто из-за желания построить новый вид машины, а из потребности в новых способах имитации деятельности человеческого мозга. Компьютеры были последним, о чём думал Ликлайдер - пока его собственные теоретические модели механизма человеческого восприятия не вышли из-под контроля.

К концу 1950-х годов Ликлайдер пытался построить математические и электронные модели механизмов, с помощью которых мозг обрабатывает восприятие звуков. Частично энтузиазм первых исследований в области кибернетики был порождён перспективой создания теоретической модели функционирования живых организмов на базе изучения механических моделей

и наоборот. Ликлайдер считал сложную нейронную модель восприятия высоты тона хорошей идеей, но быстро, к своему смятению, понял, что его математическая модель стала слишком сложной, и в разумные сроки её создать не получится даже при использовании доступных в то время аналоговых компьютеров. А пока не получена математическая модель, нет никакой надежды создать механическую модель восприятия высоты тона. Создание математической или электронной модели должно было помочь в понимании сложности мозга. Но в данном случае сами модели становились неуправляемо сложными. Ликлайдер обнаружил, что проводит всё больше и больше времени за расчетами, необходимыми для создания модели – как Мокли со своими метеорологическими данными двадцатью годами ранее – из-за чего основной, на его взгляд, задаче – пониманию смысла всей этой информации – он уделял меньше времени. Эти цифры и графы скрывали его настоящую цель – теоретическая основа человеческого общения.

4

Модем

Модем (сокращ. от "модуляция-демодуляция") – это устройство, модулирующее аналоговый сигнал для кодирования цифровой информации и расшифровывающее модулированный сигнал для получения информации. Задача модема состоит в том, чтобы создать сигнал, который можно легко передать и декодировать для получения исходных данных. Модемы могут быть использованы любыми устройствами для передачи аналоговых сигналов – от детекторов до радио.

Самый простой пример модема - модем для передачи по телефонным каналам, переводящий бинарный код, передаваемый компьютером, в звуки, которые могут быть переданы по старым телефонным линиям. При получении этих звуков адресатом модем для передачи по телефонным каналам преобразует их обратно в бинарный код. Модемы обычно классифицируют по

тому, сколько информации они могут отправить за данное время, и эта скорость измеряется в битах в секунду (bps).

Более быстрые модемы, ежедневно используемые Интернет-пользователями – это кабельные модемы и ADSL-модемы. Оптические модемы передают информацию через оптоволоконные линии. На большинстве межконтинентальных информационных магистралей сейчас используются оптические модемы для передачи данных по подводным оптоволоконным линиям. Оптические модемы обычно имеют скорость более миллиарда бит в секунду.

Рост скоростей

Модемы для передачи по телефонным каналам до середины 80-х годов работали в основном на скоростях 300 бит/с и 1200 бит/с, пока акустические модемы не вышли из употребления и рынок не наводнили Smartmodem-совместимые модемы.

Система передачи сигналов на скорости 2400 бит/с была основана на том же принципе, что и система Bell 212 – на скорости 1200 бит/с. Одна была представлена в США, а другая, немного отличающаяся и несовместимая с ней, - в Европе. В конце 80-х годов большинство модемов поддерживали оба этих стандарта, и скорость в 2400 бит/с стала общедоступной.

Появились различные стандарты для особых условий. В основном они использовали большую скорость приёма в ущерб скорости передачи данных (асинхронная передача). К примеру, французская система Minitel, в которой терминалы пользователей в основном производили приём информации. Таким образом, модем в терминале Minitel действовал на скорости 1200 бит/с в режиме приёма и отправлял команды на сервер на скорости 75 бит/с.

Такие решения были удобны в случаях, если одна сторона посылает больше информации, чем другая.

Telebit представила свой модем Trailblazer в 1984 году. Он использовал ряд низкоскоростных каналов связи, в результате чего передача в один конец достигала скорости 19200 бит/с. Один дополнительный канал обратного направления позволял двум модемам сообщать друг другу, сколько информации ожидает на другом конце провода, что позволяло им переключать направление высокоскоростной передачи в процессе..

U.S. Robotics (USR) создала похожую систему, известную как HST. Она поддерживала скорость лишь в 9600 бит/с (в ранних версиях) при более широком обратном канале.

Операции на таких скоростях упирались в пределы пропускания телефонных линий, результатом чего являлось большое количество ошибок. Это привело к появлению систем исправления ошибок, встроенных в модемы, которые стали широко известны с Microcom's MNP. Линейка стандартов MNP, первый из которых появился в 80-х годах, замедляла передачу полезной информации (на 25% в MNP 1 и на 5% в MNP 4). MNP 5 сделал шаг вперед, добавив сжатие информации, чем повысил скорость передачи. В основном модем стандарта MNP был в 1,3 раза быстрее обычного.

5

Компьютер и его составляющие

Услышав слово «технология», большинство людей представят компьютер. Компьютеры принимают многочисленные физические формы. Ранние электронные компьютеры были размером с комнату, потребляли столько же энергии, сколько сейчас потребляют несколько сотен современных компьютеров. Сейчас компьютеры можно сделать настолько маленькими, что они поместятся в наручные часы, и им хватит питания от часовой батарейки. Общество стало считать персональные компьютеры и их переносные эквиваленты — ноутбуки — символами информационной эпохи; именно это большинство считает компьютерами.

Однако же наиболее распространённой формой компьютеров, используемых на сегодняшний день, являются встроенные компьютеры. Встроенные компьютеры — это маленькие, простые устройства, часто используемые для управления другими устройствами; например, их можно найти в таких машинах, как, с одной стороны, боевые самолёты, с другой — промышленные роботы, цифровые фотоаппараты и даже детские игрушки. Способность хранить и выполнять программы делает компьютеры универсальными и отличает их от калькуляторов. Тезис Чёрча-Тьюринга — выражение этой универсальности математическим языком: «Любой компьютер с определённым минимумом возможностей в принципе способен выполнять те же задачи, которые может выполнять любой другой компьютер». Таким образом, все без исключения компьютеры с возможностями и сложностью, варьирующимися от уровня КПК до уровня суперкомпьютера, могут исполнять одни и те же вычислительные задачи, если не учитывать время и возможности хранения.

Компьютер для общих целей обладает четырьмя основными блоками: арифметическое и логическое звено (АЛУ), управляющее звено, память и устройства ввода-вывода (I/O). Эти части соединены шинами, состоящими из связок проводов. Блок управления, АЛУ, регистры и основные устройства ввода-вывода (и любое другое оборудование, связанное с ними) обычно собирательно называют центральным процессором (ЦПУ). Ранние ЦПУ состояли из множества отдельных компонентов, но с середины 70-х годов ЦПУ, как правило, создают на отдельной интегральной схеме, называемой микропроцессором.

Устройство управления

Устройство управления (часто называемое системой контроля или центральным контроллером) управляет различными компонентами компьютера. Оно читает и интерпретирует (расшифровывает) одну за другой инструкции в программе. Система контроля декодирует каждую инструкцию и

превращает её в серию контрольных сигналов, запускающих другие детали компьютера. Системы контроля в продвинутых компьютерах могут менять порядок некоторых инструкций, чтобы улучшить их выполнение.

Ключевой компонент, общий для всех ЦПУ, это программный счётчик – специальная ячейка в памяти (регистр), которая отслеживает, из какого участка памяти должна читаться следующая инструкция. Поскольку программный счётчик по сути просто другой тип ячеек памяти, он может быть изменён с помощью расчётов, выполненных в арифметико-логическом устройстве. Если добавить 100 к программному счётчику, то следующая инструкция будет прочитана с участка на 100 участков дальше в программе. Инструкции, модифицирующие программный счётчик, называются переходами программ и позволяют создавать циклы (инструкции, повторяемые компьютером).

Примечательно, что последовательность операций, через которую проходит устройство управления чтобы обработать инструкцию, сама по себе является короткой компьютерной программой; и в самом деле, в некоторых более сложных архитектурах процессоров существует совсем крохотный компьютер, называемый микропланировщиком, который запускает программу микрокодов, которая и позволяет осуществлять всё вышеперечисленное.

6

Клиентские операции

Клиент запускает на каждом хосте исполняемый код и предоставляет интерфейс файловой системы для приложений. В прототипе клиентский код запускается прямо в пространстве пользователя и может быть доступен либо напрямую, либо через клиент FUSE. Каждый клиент поддерживает свой собственный кэш, независимый от страницы ядра или буфер-кэша, делает его доступным для приложений, которые обращаются к клиенту напрямую.

Файловый ввод/вывод и возможности

Когда процесс открывает файл, клиент посылает запрос серверу метаданных (MDS). MDS просматривает всю файловую иерархию, чтобы перевести имя файла в файловый inode, который включает в себя уникальный номер inode, владельца файла, тип, размер и другие метаданные. Если файл существует и доступ предоставлен, то MDS возвращает номер inode, размер и информацию о стратегии распределения файла, использующуюся для соотнесения данных файла и объектов. MDS также может предоставить клиенту возможности (если тот их ещё не имеет), показывающие какие операции разрешены. Возможности включают 4 бита, контролирующие возможность клиента читать, читать кэш, писать, писать в буфер. В будущем возможности будут включать в себя ключ безопасности, позволяющий клиентам показать серверу данных, что они авторизовались, чтобы записывать или читать данные (нынешний прототип доверяет всем клиентам). Последовательное привлечение серверов метаданных к файловому вводу/выводу ограничивается управлением возможностями по сохранению последовательности файлов и достижению понятной семантики.

Сeph представляет набор стратегий распределения по расположению данных файлов в последовательности объектов. Чтобы избежать использования какой-либо информации по расположению файлов, имена объектов состоят из файлового номера inod'a и stripe. Дубликаты объектов передаются серверам данных функцией CRUSH, которая является глобальной функцией распределения. Например, если один или более клиентов открыли файл для чтения, MDS предоставляет им возможность читать и кэшировать содержимое файла. Располагая номером inode, планом расположения и размером, клиент может узнать имена и расположение всех объектов, содержащих данные файла, и считать их напрямую с сервера данных. Объекты или последовательности битов, которых не существует, определяются как файловые «дыры» или нули. В итоге, если клиент открывает файл для записи, ему предоставляется

возможность писать с буферизацией, и любые новые данные в каком-либо смещении файла просто записываются на соответствующий объект на соответствующем сервере данных. Клиент отстраняется от возможности закрывать файл и предоставляет это серверу метаданных с новым файловым размером (наибольшее записанное смещение), которое переопределяет множество объектов, которое (возможно) существует и содержит данные.

7

Настоящие программисты, где же вы?

Без лишнего хвастовства могу сказать, что мы предъявляем очень высокие требования к соискателям вакансий. И мы совершенно не намерены снижать эту планку. Более того, мы уверены, что чем больше слабых программистов мы отфильтруем, тем лучше и сильнее в итоге окажется наша команда. Некоторые, впрочем, отмечают, что под наши требования скоро будут подпадать только обладатели степени доктора наук в компьютерных науках со вторым дипломом по квантовой механике. Конечно, это не так. Наше основное правило — не нанимать людей, которые не умеют программировать.

Чтобы не быть голословными, мы опубликуем наш основной тест, отсеивающий 19 из 20 кандидатов еще на этапе телефонного собеседования (при том, что до телефонного собеседования мы допускаем не всех подряд, а только тех, чье резюме нам понравилось). Мы не просим решать сложные алгоритмические задачи. Мы не заставляем кандидатов ломать голову над задачками на сообразительность. Мы не даем зубодробительные задания на арифметику с указателями. Задача, которая не под силу подавляющему большинству наших кандидатов, выглядит так:

Напишите на C функцию, переставляющую в обратном порядке элементы в односвязном списке.

Всё. Точка. Среди не решивших эту задачу были люди, у которых в резюме было указано «писал патчи к ядру Linux» и «участвовал в разработке компиляторов». Обладателей степени в компьютерных науках, споткнувшихся на этой задаче, тоже набралось довольно много.

Разумеется, это не единственный вопрос, который мы задаем. Еще нам интересно узнать, какова максимальная сложность вставки N элементов в вектор (или в `ArrayList`, или как там в вашем любимом языке называется динамический массив). Если вы не знаете — не страшно, давайте попробуем подумать вместе! Мы с удовольствием объясним вам внутреннюю реализацию вектора. Черт возьми, мы даже зачтем $O(N \cdot \log N)$ как правильный ответ!

Мы спрашиваем о различиях между кооперативной и вытесняющей многозадачностью. Мы спрашиваем об условных переменных в межпоточном взаимодействии. В 19 случаях из 20 в телефонной трубке только тишина.

Смысл этих вопросов очень прост: они позволяют выяснить, насколько хорошо кандидат усвоил самые основные вещи, которым его учили в университете. Кроме того, все эти вещи, так или иначе, встречаются в нашей работе. Наш опыт в проведении собеседований показывает, что если вы знаете разницу между потоками и сопрограммами, если вы можете перевернуть односвязный список и если вы хоть немного знаете об условных переменных, то ваш уровень уже гораздо выше, чем у большинства соискателей вакансий программиста.

Разумеется, наши собеседования не ограничиваются этими несложными вопросами. От людей, с которыми мы хотим работать, мы требуем гораздо более широких знаний. Но мы не требуем невозможного. Мы хотим, чтобы наши сотрудники имели хорошую фундаментальную подготовку, чтобы они горели желанием создавать классные вещи и чтобы они искренне любили свою профессию.

Мой коллега, впервые прочитав статью о FizzBuzz, спросил: «Если они не могут написать FizzBuzz, что они вообще могут?». Повторюсь: первоначальное отсеивание выкидывает 19 из 20 кандидатов. Каждое телефонное собеседование занимает у меня около 45 минут. Если не считать нескольких часов на предварительный просмотр резюме, то беседы по телефону с 20 кандидатами в сумме занимают около 15 часов. И всё это — только затем, чтобы найти одного человека с базовыми навыками программирования, и только после этого переходить к личному собеседованию с ним.

Настоящие программисты, где же вы?

(Перевод Семена Факторовича: <http://habrahabr.ru/blogs/htranslations/112561/>)

РАЗДЕЛ II

МАТЕМАТИКА

1

Симметрии некоторых фигур

Симметрии квадрата

Рассмотрим множество движений единичного квадрата, то есть все отображения квадратов на себя, сохраняющие расстояние между точками. Обозначим s_H, s_V, s_{ac}, s_{bd} - оси симметрии на горизонтальной, вертикальной средних линиях и диагоналях AC, BD соответственно. За r_0, r_1, r_2, r_3 обозначим повороты на $0, 90, 180, 270$ градусов соответственно. Эти восемь преобразований называют симметриями квадрата и обозначаются $Sym(\square) = \{r_0, r_1, r_2, r_3, s_H, s_V, s_{ac}, s_{bd}\}$.

Множество $Sym(\square)$ замкнуто относительно композиции преобразований (операции умножения), то есть композиция двух симметрий снова является симметрией. Например, $s_{ac} * s_V = r_1, s_V = r_0, r_1 * r_2 = r_3$. Здесь, если пишем $s_{ac} * r_1$, например, то сначала применяется s_{ac} , потом r_1 (это существенно, так как композиция некоммутативна). Остальные результаты попарных произведений приведены в таблице.

Здесь, например, элемент s_V на пересечении 6 столбца и 4 строки равен $r_2 * s_H$, то есть композиция r_2 и s_H именно в этом порядке, так как композиция некоммутативна.

Очевидно, что композиция ассоциативна. Множество $Sym(\square)$ содержит единицу r_0 (обозначается также id или 1). Любой элемент X из $Sym(\square)$ имеет обратный X^{-1} , то есть такой, что $X * X^{-1} = X^{-1} * X = 1$.

Множество $Sym(\square)$, снабжённое операцией умножения, называется группой симметрии квадрата.

Симметрии куба

Пусть $\Gamma^3 = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid x, y, z \in [-1, 1]\}$ – единичный куб.

Симметрия куба – это любое изометрическое преобразование (движение) Γ^3 . Композиция симметрий куба тоже симметрия куба. Всего существует 48 симметрий куба. Множество симметрий куба, снабжённое операцией умножения, называется группой симметрий куба и обозначается $\text{Sym}(\Gamma^3)$. Эта группа ассоциативна, некоммутативна, имеет тождество и обратные для любого элемента.

Симметрии окружности

Пусть $S^1 = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 = 1\}$ – это единичная окружность.

Обозначим $\text{Sym}(S^1)$ множество симметрий окружности. Бывает два типа симметрий окружности: повороты r_α , $\alpha \in [0, 2\pi)$, и осевые симметрии s_α , $\alpha \in [0, 2\pi)$. Композиция поворотов даётся формулой $r_\alpha * r_\beta = R_{(\alpha + \beta) \bmod 2\pi}$. Также имеется формула для композиции осевых симметрий. Множество всех движений окружности, снабжённое операцией умножения, называется группой симметрий окружности и обозначается $\text{Sym}(S^1)$. Эта группа имеет бесконечно число элементов. Как и две другие, она ассоциативна, некоммутативна, имеет единицу и обратные для своих элементов.

Геометрия эллиптической плоскости

Рассмотрим множество всех пар диаметрально противоположных точек на сфере $\text{Ant}(S^2)$ (таким образом, это множество состоит из пар точек, а не простых точек). Тогда $X = \text{Ant}(S^2)$, множество противоположных пар точек на S^2 под действием ортогональной группы $O(3)$, элементы которой действуют как $g: (x, -x) \rightarrow (g(x), g(-x))$ (это отображение корректно, так как $g(-x) = -g(x)$), называется эллиптической геометрией плоскости. Эллиптическая плоскость (множество X) содержит другой классический геометрический объект – ленту Мёбиуса.

Прочие формы записи производной

Обозначения играли крайне важную роль в развитии математики. Некоторые математические символы, такие как x^n или $n!$, представляют собой всего лишь аббревиатуру для краткой записи длинных выражений или формул.

Иногда для представления одной и той же идеи используются несколько различных обозначений, и одна запись предпочитается другой в зависимости от обстоятельств, в которых используется соответствующая символика. Это в особенности справедливо для дифференциального анализа, где существуют различные формы записи для производных. Обозначение производной функции f' было введено Ж.Л. Лагранжем в конце XVIII века. Оно обращает наше внимание на тот факт, что f' является новой функцией, полученной из f путём дифференцирования последней, и её значение в точке x равно $f'(x)$. Для каждой точки (x, y) , лежащей на графике функции f , её координаты x и y связаны соотношением $y = f(x)$, а символ y' также используется для обозначения производной $f'(x)$. Аналогичным образом y'' , ..., y^n представляют собой записи производных более высокого порядка $f''(x)$, ..., $f^{(n)}(x)$. К примеру, если $y = \sin x$, то $y' = \cos x$, $y'' = -\sin x$ и т.д. Обозначение, введённое Лагранжем, похоже на то, которым пользовался Ньютон. Он писал \dot{y} и \ddot{y} вместо y' и y'' . Точки, которые ставил над «у» Ньютон, до сих пор используют некоторые авторы, особенно для обозначения скорости и ускорения.

В 1800 году Л. Арбогаст ввёл другой символ для обозначения производной функции f , широко распространённый в наши дни – Df . Символ D носит название оператора дифференцирования. Производные более высокого порядка f'' , f''' , ..., $f^{(n)}$ записываются в виде D^2f , D^3f , ..., $D^n f$ соответственно, а значения этих производных в точке x выглядят так: $D^2f(x)$, $D^3f(x)$, $D^n f(x)$. Таким образом, $D \sin x = \cos x$ и $D^2 \sin x = D \cos x = -\sin x$. Правило для дифференцирования суммы этих двух функций принимает, если использовать

символ D , следующую форму: $D(f + g) = Df + Dg$. Вычисляя производные в точке x , приходим к следующей формуле: $[D(f + g)](x) = Df(x) + Dg(x)$, которая также может быть записана в виде $D[f(x) + g(x)] = Df(x) + Dg(x)$. Читатель теперь легко может сформулировать правила для произведения и частного с использованием символа D .

Среди основателей математического анализа Лейбниц больше чем кто-либо другой понимал важность правильно выбранной формы записи. Он очень много экспериментировал и вёл обширную переписку с другими математиками, в которой обсуждал плюсы и минусы различных обозначений. Математический анализ оказал огромное влияние на развитие современной математики частично благодаря хорошо развитой и понятной системе обозначений, многие из которых придумал Лейбниц.

Лейбниц ввёл обозначение для производной, сильно отличающееся от тех, которые использовались ранее. Используя u вместо $f(x)$, он записал разностное отношение $(f(x + h) - f(x))/h$ в виде $\Delta u / \Delta x$, где Δx (читается «дельта икс») пишется вместо h , а Δu – вместо $f(x + h) - f(x)$. Символ Δ носит название разностного оператора.

Другим было не только обозначение Лейбница, но и его понимание понятия производной. Под пределом dy/dx он понимал частное от деления бесконечно малых величин dy и dx , которые называл «дифференциалами», а это частное отношение Лейбниц называл «разностным отношением». Лейбниц считал бесконечно малые величины абсолютно новым типом чисел, которые, несмотря на их неравенство нулю, всё же меньше любого положительного действительного числа.

Хотя Лейбниц не смог дать удовлетворительного определения для бесконечно малых величин, он и его последователи свободно использовали их для развития математического анализа. Ввиду этого многие стали считать математический анализ чем-то мистическим и подвергать сомнению

обоснованность используемых методов. Работы Коши и других математиков постепенно привели к замене теории бесконечно малых величин классической теорией пределов.

3

Дискретность времени

Каждая система представляется базовой моделью с конечным числом состояний и управляется независимым синхронизирующим источником следующим образом: системные переменные измеряются не постоянно, а только в дискретные моменты времени, которые определены заданным событием, называемым синхронизирующим сигналом, создаваемым источником этого сигнала. Эти моменты времени называются тактовыми моментами. v -ый тактовый момент будем обозначать как t_v ($v = 1, 2, \dots$). Предполагается, что поведение системы в любой момент времени t_v не зависит от интервала между t_v и предыдущего тактового момента t_{v-1} . Таким образом, фактически независимой величиной, относительно которой определяется каждая переменная в системе, является не время, а порядковые номера, связанные с тактовыми моментами.

Системные переменные $v(t)$, следовательно, могут быть записаны как v_v , что соответственно значению v в v -ый тактовый момент времени.

Следует подчеркнуть, что вышеизложенные положения не означают, что временные интервалы между двумя соседними синхронизирующими сигналами должны быть равными, а переменные системы внутри интервалов изменяются по какому-либо определённом закону (скажем, остаются постоянными). Это означает, что каким бы ни был интервал, какими бы ни были переменные системы внутри интервала, значения переменных в v -ый тактовый момент зависит только от номера v и не зависит от значения t_v .

Системы, согласованные с допущением дискретного времени, о котором говорилось выше, называются синхронными. Системы, в которых данное допущение не возможно, называются асинхронными. На практике, многие асинхронные системы, для анализа целей, могут рассматриваться как синхронные. Например, рассмотрим систему, состоящую из лампочки и выключателя, который управляет ею. Входные переменные – это состояние лампочки (горит или не горит). Источником синхронизирующего сигнала, в данном случае, является оператор, управляющий выключателем, а синхронизирующим сигналом является переключение выключателя. В тех случаях, когда значения каждой переменной в v -ый тактовый момент (т.е. когда выключатель переключается в v -ый раз) не зависит от интервалов между тактовыми моментами (т.е. когда между одним переключением и следующим), система может быть описана как синхронная. Однако, строго говоря, система является асинхронной, т.к. операции физического переключения и зажигания лампочки зависят от интервалов между соседними переключениями: когда частота переключений становится слишком высока, нельзя с уверенностью заявлять, например, что лампочка горит всегда, когда выключатель включен. Тем не менее, при достаточно низкой частоте (её можно узнать, основываясь на характеристиках тактирующего источника), система может считаться синхронной.

4

Состояния

В то время как входные и выходные переменные величины, которые могут наблюдаться и измеряться исследователем, являются выборными, природа промежуточных переменных часто неясна, а их значения - неизмеримы. Важность промежуточных переменных, однако, не в их индивидуальном поведении, а скорее в сочетании отношений между входными и выходными переменными. Этот «эффект сочетания», так же как и переменные, вызывающие его, подчинён положениям о дискретном времени и

конечности алфавита. Этот эффект называется состоянием системы, состояние в момент t_v обозначается как s_v . Множество состояний, которые определяются системой, называется множеством состояний системы и обозначается как S .

Идея состояний может быть точно определена только через ту роль, которую они играют в определении базовой модели с конечным числом состояний. Эта роль может быть описана через два следующих положения: (1) выходной символ в данный момент времени однозначно определяется входным символом и состоянием в данный момент времени; (2) состояние в следующий момент времени однозначно определяется входным символом и состоянием в данный момент времени. Таким образом, грубо говоря, состояние конечного автомата в любой момент времени – это переменная, которая вместе с входным символом, определяет выходной символ в этот момент времени и своё значение в следующий момент времени.

В качестве примера рассмотрим игру, в которой монета повторно подбрасывается и отмечается первая «решка» в каждой последовательности «решек» и для каждого «орла», исключая первых двух «орлов», в каждой последовательности «орлов». В данном случае, системой является игра, синхронизирующим источником – игрок, синхронизирующим сигналом – операция подбрасывания монеты, входной переменной – сторона монеты, а выходной переменной – количество очков за подброс. Тогда входной алфавит имеет вид {Орёл, Решка}, а выходной алфавит имеет вид {Очко, Нет Очка}. Для определённого множества состояний находят множество условий (которые могут быть описаны вербально, символами, в числовом виде или в любой другой удобной форме), таких чтобы по известному условию и стороне монеты можно было однозначно определить наличие очка и следующее условие. Из описания игры следует, что для того, чтобы предсказать очко, необходимо знать текущую и две предыдущих стороны монеты. Предварительно договоримся о следующем множестве: {Отметка первого орла, Отметка двух орлов, Отметка решки}, где «Отметка первого орла – это состояние системы,

когда орёл следует за решкой. Очко засчитывается каждый раз, когда система в состоянии «Отметка двух орлов» и на входе «Орёл», или когда система в состоянии «Отметка решки» и на входе «Решка». Когда настоящее состояние «Отметка первого орла» или «Отметка двух орлов», то следующее состояние «Отметка двух орлов», если вход «Орёл, и «Отметка решки», если вход «Решка»; когда текущее состояние «Отметка решки», то следующее состояние «Отметка орла», если на входе «Орёл», и «Отметка решки», если на входе «Решка». Таким образом, подтверждается, что знание текущего состояния и входа определяет текущий выход и следующее состояние, это означает, что выбранное состояние отвечает всем требованиям.

Выбор множества состояний – это довольно сложная задача, которая часто имеет несколько решений. Так как не существует основных правил для этого выбора, часто пользуются методом проб и ошибок. Скорость, с которой выбирается множество состояний, и размер этого множества зависят от «проникновения» в глубину проблемы исследователя системы.

5

Замечания по теории Черна-Саймонса

Можно много рассказывать об обоих инвариантах Черна-Саймонса, классическом и квантовом, в геометрии, топологии и физике. Классический инвариант Черна-Саймонса – это препятствие к конформным вложениям трехмерных многообразий в Евклидово пространство, он тесно связан с инвариантом Атьи-Патоди-Зингера и был усовершенствован в теории характеров. Он появился в физике до работы Виттена, например, в теории аномалий. Квантовый инвариант Черна-Саймонса тесно связан с инвариантом зацеплений Джонса, который нашёл многочисленные применения в теории узлов. Но мы не пытаемся провести обзор всех работ Черна-Саймонса. Наш интерес заключён в структурах, связанных с квантовыми инвариантами, в их отношении со структурами в физике. На самом деле достижение Виттена

заклучалось в том, что он поместил инвариант Джонса в большую структуру, а именно трёхмерную квантовую теорию поля.

Начало 20-го века дало два революционных направления в физике: теорию относительности и квантовую механику. Математическая база для общей теории относительности – дифференциальная геометрия – была уже хорошо развита к приходу Эйнштейна; в свою очередь, его гравитационные уравнения, которые концентрируют внимание на кривизне Риччи, стимулировали многие направления римановой геометрии. Квантовая механика, с другой стороны, способствовала более быстрому развитию теории операторов и частей теории представления. Эти основы квантовой механики позднее повлияли на многие другие части математики, включая различные области, такие как дифференциальные уравнения в частных производных и теорию чисел. Квантовая теория поля в её первом воплощении – квантовой электродинамике – объединяет квантовую механику и классическую теорию электромагнитного поля Максвелла. Она представила некоторое наиболее точное вычислительное согласие между теорией и экспериментом и установила стандартную модель физики частиц.

Хотя для квантовой теории поля было проделано много математической работы, её основания ещё не установлены. Взаимодействие с математикой значительно расширилось в течение последних 25 лет: сейчас квантовая теория поля (а также теория струн) тесно взаимодействует со многими ветвями математики, предлагая абсолютно новые результаты, удивительные связи и новые направления исследования. Одним из стимулов этого развития было появление новых примеров тесной связи квантовой теории поля с геометрией и топологией.

Квантовая теория Черна-Саймонса – это один из первых примеров, при этом это чисто топологическая теория как в каноническом, так и в квантовом случаях. Мы используем её в качестве отправной точки для обсуждения топологической квантовой теории поля (ТКТП) в общем. Через это мы придём

изнутри к формальной структуре всех квантовых теорий поля, не только топологических, и эту общую структуру мы подчеркнём. Также теория Черна-Саймонса позволяет увидеть всевозможное взаимодействие между математикой и этими частями физики.

Основным инструментом Виттена является интеграл по траекториям, интеграл на функциональном пространстве. (В Фейнмановском подходе к квантовой механике это, на самом деле, интеграл на пространстве путей: в общих теориях поля он всё ещё называется обычно «интегралом по траекториям», хотя термин «функциональный интеграл» лучше). Мы сконцентрируемся на локальности, которая проявляется в правилах склеивания. Эта формальная структура хорошо выражается в похожих терминах как линейаризация соответствующих диаграмм. Здесь соответствующие диаграммы строятся через полуклассические поля: линейаризация – это квантовая теория.

1. ГОМОМОРФИЗМЫ И КОНГРУЭНТНОСТИ ИГР С ОТНОШЕНИЯМИ ПРЕДПОЧТЕНИЯ

1.1. Структуры предпочтений

Структура предпочтений на множестве A может быть задана как пара $\langle A, \rho \rangle$, где ρ произвольное бинарное отношение на A .

Условие $(a_1, a_2) \in \rho$ означает, что элемент a_1 менее предпочтителен, чем a_2 . Задавая отношение предпочтения $\rho \subseteq A^2$, будем обозначать через $\rho^s = \rho \cap \rho^{-1}$ его симметричную часть и через $\rho^* = \rho \setminus \rho^s$ его строгую часть.

Пишем

$a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$ вместо $(a_1, a_2) \in \rho$,

$a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$ вместо $(a_1, a_2) \in \rho^s$,

$a_1 \stackrel{\rho}{\prec} a_2$ вместо $(a_1, a_2) \in \rho^*$.

Замечание 1. Условия $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$ и $a_2 \stackrel{\rho}{\prec} a_1$ несовместны.

Рассмотрим некоторые важные типы структур предпочтений: транзитивные, антисимметричные, линейные, ациклические, структуры порядка.

Определение 1. Структура предпочтений $\langle A, \rho \rangle$ называется

- *транзитивной*, если для любых $a_1, a_2, a_3 \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \wedge (a_2, a_3) \in \rho \Rightarrow (a_1, a_3) \in \rho;$$

- *антисимметричной*, если для любых $a_1, a_2 \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \wedge (a_2, a_1) \in \rho \Rightarrow a_1 = a_2;$$

- *линейной*, если для любых $a_1, a_2 \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \vee (a_2, a_1) \in \rho;$$

- *ациклической*, если для любых $n = 2, 3, \dots$ и $a_1, \dots, a_n \in A$

$$(a_1, a_2) \in \rho \wedge \dots \wedge (a_{n-1}, a_n) \in \rho \wedge (a_n, a_1) \in \rho \Rightarrow a_1 = a_2 = \dots = a_n;$$

- *структурой порядка*, если выполняются аксиомы транзитивности и антисимметричности.

Замечание 2. Порядковая структура предпочтений $\langle A, \rho \rangle$ является транзитивной и ациклической структурой, но обратное не верно.

Таким образом, транзитивные структуры предпочтений и ациклические структуры предпочтений являются естественным обобщением порядковой структуры предпочтений.

Определение 2. Пусть $\langle A, \rho \rangle$ — структура предпочтений и ε — отношение эквивалентности на A . Отношение ρ называется *ациклическим относительно ε* , если для любых $n = 2, 3, \dots$ выполняется импликация

$$a_0 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} \dots \stackrel{\rho}{\lesssim} a_n \stackrel{\rho}{\lesssim} a_0 \Rightarrow a_0 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} \dots \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_n.$$

Гомоморфизмы структур предпочтений

Пусть $\langle A, \rho \rangle$ и $\langle B, \sigma \rangle$ две структуры предпочтений.

Определение 3. Отображение $\psi: A \rightarrow B$ называется *гомоморфизмом первой структуры во вторую*, если для любых $a_1, a_2 \in A$ выполняется импликация

$$a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2 \Rightarrow \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2). \quad (1)$$

Гомоморфизм $\psi: A \rightarrow B$ называется *гомоморфизмом "на"*, если ψ отображение множества A на B .

Гомоморфизм ψ называется *строгим*, если выполняются следующие два условия:

$$a_1 \stackrel{\rho}{\prec} a_2 \Rightarrow \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\prec} \psi(a_2), \quad (2)$$

$$a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2 \Rightarrow \psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2). \quad (3)$$

Гомоморфизм ψ называется *регулярным*, если выполняются следующие два условия

$$\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\prec} \psi(a_2) \Leftrightarrow a_1 \stackrel{\rho}{\prec} a_2, \quad (4)$$

$$\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2) \Leftrightarrow \psi(a_1) = \psi(a_2). \quad (5)$$

Замечание 3. Для любого гомоморфизма условие (3) выполняется всегда. Действительно, пусть ψ гомоморфизм из A в B и выполняется соотношение $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$. Условие $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$ означает, что $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$ и $a_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_1$. Следовательно, $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2)$ и $\psi(a_2) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_1)$ выполняются, т.е. $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2)$.

Замечание 4. Всякий строгий гомоморфизм структур предпочтения является гомоморфизмом, но обратное неверно. Действительно, пусть $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$. Т.к. ρ — отношение предпочтения ($\rho = \rho^* \cup \rho^*$), то верно $a_1 \stackrel{\rho}{\prec} a_2$ или $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$. Учитывая, что ψ — строгий гомоморфизм, из первого соотношения получаем $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\prec} \psi(a_2)$, из второго $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2)$. Объединяя следствия импликаций, имеем $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2)$. \square

Пусть $\langle A, \rho \rangle$ структура предпочтений и $\varepsilon \subseteq A^2$ отношение эквивалентности.

Определение 4. Фактор-структура для структуры предпочтений $\langle A, \rho \rangle$ есть пара $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$, где мы обозначаем для любых $C_1, C_2 \in A/\varepsilon$:

$$(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon \stackrel{\text{def}}{\Leftrightarrow} (\exists a_1 \in C_1, a_2 \in C_2) (a_1, a_2) \in \rho.$$

Лемма 1. [о гомоморфизмах структур предпочтений]

Пусть $\langle A, \rho \rangle$ структура предпочтений, ε отношение эквивалентности на A .

Тогда

1. каноническое отображение $\psi: a \rightarrow [a]_\varepsilon$ является гомоморфизмом структуры предпочтений $\langle A, \rho \rangle$ на фактор-структуру $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$;
2. каноническое отображение ψ является строгим гомоморфизмом тогда и только тогда, когда выполняется условие

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \succsim^{\rho} a_2 \\ a'_1 \equiv^{\varepsilon} a_1 \\ a'_2 \equiv^{\varepsilon} a_2 \\ a'_2 \succsim^{\rho} a'_1 \end{array} \right\} \Rightarrow a_1 \prec^{\rho} a_2; \quad (6)$$

3. каноническое отображение ψ является регулярным гомоморфизмом тогда и только тогда, когда выполняются условия

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \not\equiv^{\varepsilon} a_2 \\ a_1 \succsim^{\rho} a_2 \\ a'_1 \equiv^{\varepsilon} a_1 \\ a'_2 \equiv^{\varepsilon} a_2 \end{array} \right\} \Rightarrow a'_1 \prec^{\rho} a'_2, \quad (7)$$

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \succsim^{\rho} a_2 \\ a'_1 \equiv^{\varepsilon} a_1 \\ a'_2 \equiv^{\varepsilon} a_2 \\ a'_2 \succsim^{\rho} a'_1 \end{array} \right\} \Rightarrow a'_1 \equiv a'_2. \quad (8)$$

Доказательство.

1. Пусть $a_1 \prec^{\rho} a_2$. Тогда по определению фактор-отношения имеем $[a_1]_\varepsilon \prec^{\rho/\varepsilon} [a_2]_\varepsilon$. Следовательно, ψ гомоморфизм. Учитывая, что канонический гомоморфизм является гомоморфизм "на", получаем доказательство первого утверждения леммы.

2. Пусть канонический гомоморфизм ψ строгий и выполняется посылка импликации (6). Предположим, что $a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2$. Так как по условию леммы канонический гомоморфизм является строгим, тогда выполняется $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{<} [a_2]_\varepsilon$. С другой стороны, из условия $a'_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_1$ следует, что $[a'_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a'_1]_\varepsilon$. Так как $[a_1]_\varepsilon = [a'_1]_\varepsilon$, $[a_2]_\varepsilon = [a'_2]_\varepsilon$, то

$$\begin{cases} [a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{<} [a_2]_\varepsilon, \\ [a_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon. \end{cases}$$

Последняя система условий противоречива (вследствие замечания 1). Следовательно, наше предположение неверно и т.к. $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$, получаем $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$. Обратно, предположим, что выполняется условие (6). Покажем, что канонический гомоморфизм будет строгим. Действительно, возьмем два элемента a_1, a_2 , для которых имеет место $a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2$, следовательно и $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$. По первому утверждению леммы выполняется $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_2]_\varepsilon$. Предположим, что

$[a_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon$. Тогда существуют элементы a'_1, a'_2 такие, что $a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1$, $a'_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2$, выполняется условие $a'_2 \stackrel{\rho}{\lesssim} a'_1$. В этом случае, все посылки импликации (6) выполнены и в силу (6) имеем $a_1 \stackrel{\rho}{\sim} a_2$, что противоречит условию $a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2$. Таким образом, соотношение $[a_2]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon$ не имеет места и получаем $[a_1]_\varepsilon \stackrel{\rho/\varepsilon}{<} [a_2]_\varepsilon$. Итак, выполнено первое условие гомоморфизма (2) для канонического гомоморфизма. По замечанию 3 ψ строгий гомоморфизм.

3. Достаточно проверить, что для регулярного гомоморфизма ψ его ядро ε_ψ удовлетворяет (7) и (8). Предположим

$$\begin{cases} a_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\neq} a_2, \\ a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2, \\ a'_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_1, \\ a'_2 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_2. \end{cases}$$

Из соотношения $a_1 \stackrel{\rho}{<} a_2$ следует $a_1 \stackrel{\rho}{\lesssim} a_2$, тогда $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\lesssim} \psi(a_2)$. Допустим, что $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{\sim} \psi(a_2)$; используя (5) получим $\psi(a_1) = \psi(a_2)$, т.е. $a_1 \stackrel{\varepsilon_\psi}{\equiv} a_2$ это противоречит нашим предположениям. Следовательно, выполняется $\psi(a_1) \stackrel{\sigma}{<} \psi(a_2)$, т.е. $\psi(a'_1) \stackrel{\sigma}{<} \psi(a'_2)$. По (4) получим $a'_1 \stackrel{\rho}{<} a'_2$, что и требовалось доказать.

Теперь предположим, что выполняются посылки условия (8). Так как ψ гомоморфизм, имеем

$$\begin{cases} \psi(a_1) \overset{\sigma}{\approx} \psi(a_2), \\ \psi(a'_2) \overset{\sigma}{\approx} \psi(a'_1). \end{cases}$$

Следовательно, $\psi(a_1) \overset{\sigma}{\approx} \psi(a_2)$. По (5) получаем $\psi(a_1) = \psi(a_2)$, т.е. $a_1 \overset{\varepsilon\psi}{\equiv} a_2$.

Обратно, предположим $[a_1]_\varepsilon \overset{\rho/\varepsilon}{<} [a_2]_\varepsilon$. Тогда $[a_1]_\varepsilon \overset{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_2]_\varepsilon$, т.е. существуют такие элементы a'_1, a'_2 , что $a'_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1$, $a'_2 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_2$ и $a'_1 \overset{\rho}{\lesssim} a'_2$. Условие $a'_2 \overset{\rho}{\lesssim} a'_1$ не выполняется, иначе $[a'_2]_\varepsilon \overset{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a'_1]_\varepsilon$, т.е. $[a_2]_\varepsilon \overset{\rho/\varepsilon}{\lesssim} [a_1]_\varepsilon$; получаем противоречие (см. замечание 1). Следовательно, $a'_1 \overset{\rho}{<} a'_2$. Соотношение $a'_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} a'_2$ не выполняется, следовательно выполняются условия

$$\begin{cases} a_1 \overset{\varepsilon}{\neq} a_2, \\ a'_1 \overset{\rho}{<} a'_2, \\ a_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} a'_1, \\ a_2 \overset{\varepsilon}{\equiv} a'_2. \end{cases}$$

Согласно (7), получаем $a_1 \overset{\rho}{<} a_2$.

Теперь проверим справедливость (5). Предположим $[a_1]_\varepsilon \overset{\rho/\varepsilon}{\approx} [a_2]_\varepsilon$, т.е. существуют элементы $a'_1, a''_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1$ и $a'_2, a''_2 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_2$ такие, что

$$\begin{cases} a'_1 \overset{\rho}{\lesssim} a'_2, \\ a''_2 \overset{\rho}{\lesssim} a''_1. \end{cases}$$

Тогда согласно (8) получаем $a'_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} a'_2$, т.е. $[a_1]_\varepsilon = [a_2]_\varepsilon$, что и требовалось доказать.

Лемма 2. Пусть $\langle A, \rho \rangle$ структура предпочтений, ε отношение эквивалентности на A . Для того, чтобы фактор-структура предпочтений $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ была транзитивной, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось включение:

$$\rho \circ \varepsilon \circ \rho \subseteq \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon. \quad (9)$$

Доказательство. Предположим $(a_1, a_3) \in \rho \circ \varepsilon \circ \rho$. Тогда по определению композиции бинарных отношений существуют такие элементы $a_2, a'_2 \in A$, что $(a_1, a_2) \in \rho$, $(a_2, a'_2) \in \varepsilon$, $(a'_2, a_3) \in \rho$. Положим $C_1 = [a_1]_\varepsilon$, $C_2 = [a_2]_\varepsilon = [a'_2]_\varepsilon$, $C_3 = [a_3]_\varepsilon$. По определению фактор-отношения имеем: $(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon$, $(C_2, C_3) \in \rho/\varepsilon$; так как фактор-отношение предполагается транзитивным, то $(C_1, C_3) \in \rho/\varepsilon$. Последнее означает, что для некоторых $a'_1 \in C_1$, $a'_3 \in C_3$, выполняется $(a'_1, a'_3) \in \rho$. Учитывая, что $a'_1 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_1$, $a'_3 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_3$, получаем $(a_1, a_3) \in \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon$, что и требовалось доказать.

Обратно, пусть выполнено включение (9). Возьмем три класса $C_1, C_2, C_3 \in A/\varepsilon$, для которых имеет место $(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon$, $(C_2, C_3) \in \rho/\varepsilon$. Тогда найдутся такие элементы $a_1 \in C_1$, $a_2 \in C_2$, $a'_2 \in C_2$, $a_3 \in C_3$, что $(a_1, a_2) \in \rho$, $(a'_2, a_3) \in \rho$. Так как $a'_2 \stackrel{\varepsilon}{\equiv} a_2$, получаем $(a_1, a_3) \in \rho \circ \varepsilon \circ \rho$. Следовательно, по условию (9), $(a_1, a_3) \in \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon$. Последнее означает, что для некоторых $\bar{a}_1, \bar{a}_3 \in A$ имеет место $(a_1, \bar{a}_1) \in \varepsilon$, $(\bar{a}_1, \bar{a}_3) \in \rho$, $(\bar{a}_3, a_3) \in \varepsilon$. Тогда $([\bar{a}_1]_\varepsilon, [\bar{a}_3]_\varepsilon) \in \rho/\varepsilon$ и учитывая, что $[\bar{a}_3]_\varepsilon = [a_3]_\varepsilon = C_3$, $[\bar{a}_1]_\varepsilon = [a_1]_\varepsilon = C_1$, получаем $(C_1, C_3) \in \rho/\varepsilon$, что и доказывает

транзитивность фактор-отношения ρ/ε . \square

Следствие 1. Пусть $\langle A, \rho \rangle$ — транзитивная структура предпочтений, ε — отношение эквивалентности на A . Если выполняется хотя бы одно из условий полукоммутативности: $\rho \circ \varepsilon \subseteq \varepsilon \circ \rho$ или $\varepsilon \circ \rho \subseteq \rho \circ \varepsilon$, или $\varepsilon \subseteq \rho$, то фактор-структура $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ транзитивна.

Доказательство. 1. В самом деле, пусть, например, выполнено первое включение $\rho \circ \varepsilon \subseteq \varepsilon \circ \rho$. Тогда $\rho \circ \varepsilon \circ \rho \subseteq (\rho \circ \varepsilon) \circ \rho \subseteq (\varepsilon \circ \rho) \circ \rho = \varepsilon \circ \rho^2 \subseteq \varepsilon \circ \rho \subseteq \varepsilon \circ \rho \circ \varepsilon$. По лемме 2 фактор-структура $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ транзитивна.

2. Пусть теперь выполнено $\varepsilon \subseteq \rho$. Умножая включение $\varepsilon \subseteq \rho$ на ρ слева, имеем $\rho \circ \varepsilon \subseteq \rho \circ \rho = \rho^2 \subseteq \rho \subseteq \varepsilon \circ \rho$. Умножая исходное включение $\varepsilon \subseteq \rho$ на ρ справа, получаем $\varepsilon \circ \rho \subseteq \rho \circ \rho = \rho^2 \subseteq \rho \circ \varepsilon$. Из доказанных включений имеем $\rho \circ \varepsilon = \varepsilon \circ \rho$, т.е. отношения ρ и ε коммутируют. Из первой части доказательства этого следствия следует, что фактор-структура $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ транзитивна. \square

Лемма 3. Пусть $\langle A, \rho \rangle$ — структура предпочтений, ε — отношение эквивалентности на A . Для того, чтобы фактор-структура $\langle A/\varepsilon, \rho/\varepsilon \rangle$ была ациклической, необходимо и достаточно, чтобы $\rho \cup \varepsilon$ было ациклично относительно ε .

Доказательство.

Замечание 5. Легко проверить, что эквивалентны следующие два условия

$$a_0 \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} a'_1 \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} a_1 \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} \dots \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} a_n \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} a'_0 \underset{\rho/\varepsilon}{\sim} a_0 \Rightarrow a_0 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} \dots \overset{\varepsilon}{\equiv} a_n \quad (10)$$

и

$$a_0 \underset{\rho}{\sim} a'_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1 \underset{\rho}{\sim} a'_2 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_2 \underset{\rho}{\sim} \dots \overset{\varepsilon}{\equiv} a_n \underset{\rho}{\sim} a'_0 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_0 \Rightarrow a_0 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} \dots \overset{\varepsilon}{\equiv} a_n. \quad (11)$$

Пусть выполняется посылка импликации (11). Положим $C_0 = [a_0]_\varepsilon = [a'_0]_\varepsilon$, $C_1 = [a_1]_\varepsilon = [a'_1]_\varepsilon, \dots, C_n = [a_n]_\varepsilon = [a'_n]_\varepsilon$. По определению

фактор-отношения имеем $(C_0, C_1) \in \rho/\varepsilon$, $(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon, \dots, (C_n, C_0) \in \rho/\varepsilon$. Так как фактор-отношение предполагается ациклическим, то $C_0 = C_1 = \dots = C_n$. Последнее означает, что $a_0 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} \dots \overset{\varepsilon}{\equiv} a_n$.

Обратно, пусть выполняется (11). Возьмем классы $C_0, C_1, \dots, C_n \in A/\varepsilon$, для которых $(C_0, C_1) \in \rho/\varepsilon$, $(C_1, C_2) \in \rho/\varepsilon, \dots, (C_n, C_0) \in \rho/\varepsilon$. Тогда найдутся такие элементы $a_0 \in C_0, a'_1 \in C_1, a_1 \in C_1, a'_2 \in C_2, \dots, a_n \in C_n, a'_0 \in C_0$, что $(a_0, a'_1) \in \rho, (a_1, a'_2) \in \rho, \dots, (a_n, a'_0) \in \rho$; учитывая, что $a'_i \overset{\varepsilon}{\equiv} a_i$ ($i = 0, 1, \dots, n$), получили $a_0 \overset{\varepsilon}{\equiv} a_1 \overset{\varepsilon}{\equiv} \dots \overset{\varepsilon}{\equiv} a_n$. Классы совпадают $[a_0]_\varepsilon = [a_1]_\varepsilon = \dots = [a_n]_\varepsilon$. Так как $C_0 = [a_0]_\varepsilon, C_1 = [a_1]_\varepsilon, \dots, C_n = [a_n]_\varepsilon$, получим $C_0 = C_1 = \dots = C_n$. Это завершает доказательство леммы 3. \square

(Перевод Татьяны Савиной, аспирантки механико-математического факультета СГУ)

РАЗДЕЛ III

ФИЗИКА

1

Радиотелескопы

Вступление

Радионаблюдения десятилетиями играли важную роль в изучении физики солнца. Начиная с конца 1940-х годов, радионаблюдения начали использоваться для прямого измерения кинетической температуры солнечной короны, которая оптически насыщена в метровом диапазоне. Были разработаны и стали использоваться первые способы радиоинтерферометрии, которые начали применяться к изучению компактного, нетеплового излучения, связанного с группами солнечных пятен. Эти способы далее были улучшены и сформировали начала современной технологии синтеза изображений Фурье. В промежуточные годы, наблюдения солнца в радиодиапазоне проводились в двух направлениях:

1) Спектроскопические наблюдения солнца проводились в основном в дециметровом, метровом и 10-метровом диапазонах. Они применялись для обнаружения богатого разнообразия активности радио-вспышек, использовавшегося для изучения разнообразных физических процессов в солнечной короне, включая высвобождение энергии, электронные пучки, удары, а также корональные магнитные поля. В недавнее время сформировались и методы спектроскопических наблюдений в сантиметровом диапазоне, позволяя изучить ускорение электронов, явление переноса во вспышках и структуру активных областей. С приходом космических приборов, спектроскопические наблюдения стали возможны в 100-метровом и километровом диапазонах, на длинах волны, которые невозможно изучать с земли из-за отсечения в ионосфере части диапазона с частот около 10 МГц. Космические наблюдения позволили изучать межпланетные электронные лучи

и удары, когда они распространяются от внешней солнечной короны к 1АЕ (астрономическая единица) и далее.

2) Визуальные наблюдения солнца и солнечных явлений на дискретных радиочастотах проводились десятилетиями с земли, но пока ещё недоступны из космоса. Преобладающий способ визуализации — синтез Фурье, хотя также использовались и другие способы (например, «Jo синтез» использовался в Culgoora Radioheliograph, как описывается в McLean & Labrum 1985). Солнце постоянно запечатлевается с разрешением в угловую секунду с использованием визуализации методом синтеза Фурье в сантиметровом диапазоне приборами, такими, как VLA или NoRH, или с разрешением в угловую минуту в дециметровом и метровом диапазоне радиогелиографом NRH.

Однако, чтобы получить информацию, содержащуюся в солнечном радиоизлучении, необходимо полное совмещение возможностей спектроскопии и визуализации в одном приборе. Кроме этого, эти возможности должны быть доступны в промежутки времени, соизмеримые с соответствующими им солнечными процессами. Это и объясняет необходимость FASR: прибора, который способен выполнять широкополосную визуальную спектроскопию.

2

Корональные магнитные поля

Повсеместно признаётся, что понимание природы и изменений корональных магнитных полей крайне важно для получения более глубокого понимания множества проблем, связанных с корональным нагревом и происхождением солнечного ветра, солнечных вспышек, корональных массовых выбросов, а также ускорением и переносом частиц. Но всё ещё количественные измерения корональных магнитных полей остаются труднодостижимыми. Ключевой потенциал FASR будет заключаться в возможности ряда диагностических измерений или определений каким-либо другим путём корональных магнитных полей. Из-за малочисленности таких

измерений на текущий день, а также из-за сложности измерения корональных полей на других длинах волн, влияние FASR с его возможностью измерить поля рядом способов может оказаться огромным.

Магнитные поля в активных областях с силами более 150G могут быть измерены с использованием явления гирорезонансного поглощения. Измерение магнитного поля в основе короны не вызывает сложности. Извлечение трехмерной картины магнитного поля является исследовательской задачей, которая будет решена с использованием способа инверсии, прямого моделирования или другими способами.

Продольная составляющая слабых магнитных полей может быть измерена с использованием разности коэффициентов свободно-свободного поглощения для обычного и необычного магнито-ионных режимов. Эта разность, очевидно, определяет кругообразность поляризованного излучения, величина которой зависит от продольной составляющей коронального магнитного поля.

Солнечная активность также предоставляет некоторые способы измерения корональных полей. Эти способы включают в себя использование гиротронного излучения для измерения магнитных полей в замкнутых вспышках, а также в расширяющихся петлях некоторых корональных выбросов масс. Статистическое изучение свойств поляризации солнечных радио-вспышек в метровом диапазоне используется для определения макроскопических корональных магнитных полей. С доступностью визуальной спектроскопии, измерения поляризации отдельных радио-вспышек и их траекторий позволят проводить измерения магнитных полей в отдельных областях солнечной короны.

3

Визуализация сердечнососудистого ритма

Контроль сердечного ритма широко используется в здравоохранении, при занятиях спортом и в психо-физиологических испытаниях (детектор лжи). Были

разработаны различные контактные методы измерения сердечного пульса человека. Золотым стандартом для измерения пульса является Электро-Кардио-Графия (ЭКГ). ЭКГ фиксирует разности электрического потенциала образующиеся в различных участках тела вследствие распространения потенциала действия в мышечных волокнах сердца. ЭКГ требует использования усилителей сигнала и, по крайней мере, три электрода.

Когда кого-либо интересует главным образом частота сердечного пульса и не важна форма сердечного сигнала, то можно использовать простые устройства измерения пульса. Такие устройства вычисляют пульс посредством косвенных эффектов изменения кровотока в ткани сосудистой сетки.

Пьезоэлектрический датчик является классическим устройством измерения сердечного пульса, регистрирующим локальные изменения кровяного давления, вызванные сердечной деятельностью, как сигнал электрического напряжения. Он оснащен контактным зондом, который, как правило, прикрепляется к пальцу пациента. Этот метод надежен, но очень чувствителен к движению. Человек должен оставаться неподвижным, так как даже малейшее движение пальца внесет существенный шум и вызовет затухание в сигнале. Доплеровской ультразвуковой метод является более совершенной технологией, который была использована для получения спектра скорости крови. Полная форма пульсового сигнала сонной артерии была восстановлена Д. Голдсвордом и др. в 1999 г.

До настоящего момента был представлен бесконтактный метод измерения пульса, основанный на пассивной регистрации. Недавно, Павлидис и др. предложили несколько статических биотепловых моделей, которые в совокупности с высокочувствительным тепловизионным оборудованием могут измерять различные физиологические переменные на расстоянии в несколько футов от объекта. Методики включают бесконтактное измерение перфузии, потока крови в сосудах, определение скорости дыхания.

Микроструктурные оптические волокна

Микроструктурные оптические волокна (МОВ) характеризуются наличием множества воздушных отверстий проходящих вдоль всей длины волокна. Оптические свойства этого класса волокон определяются геометрией, размером и относительным расположением воздушных отверстий. Варьируя эти параметры, можно разработать и изготовить МОВ с сильно исчезающими полями в воздушных отверстиях.

Большинство производящихся во всем мире МОВ основаны на кремнии, являющимся стандартным основным компонентом для изготовления оптических волокон. В последнее время так же возрос интерес к изготовлению МОВ из других материалов, таких как полимеры и мягкие стекла. Метод изготовления обычно определяется материалом волокна. Для МОВ, основанных на кремнии, методика изготовления «сборки и перетягивания» общепризнанно является наиболее используемой методикой. Капиллярные трубки укладываются и перетягиваются в преформу, которая нагревается приблизительно до 2000°C и перетягивается в волокно. Этот метод имеет свои ограничения, касающиеся свободы в относительном расположении воздушных отверстий, заданных укладкой отдельных кремниевых капиллярных трубочек. Метод все еще является очень успешным, и дает возможность изготовления волокон с оптическими свойствами, которые не могут быть получены при использовании стандартных твердых оптических волокон.

Для волокон, основанных на полимере, структура воздушных отверстий в большинстве случаев определяется высверливанием отверстий в твердой преформе. МОВ, основанные на полимере, могут быть вытянуты прямо из такой преформы при температурах в диапазоне нескольких сотен градусов по Цельсию в зависимости от материала полимера. Одним главным преимуществом МОВ перед стандартными твердыми оптическими волокнами является возможность получения сильного перекрытия между светом,

проходящим через волокно, и образцами, размещенными в воздушных отверстиях, без удаления защитного покрытия и оболочки волокна.

5

Естественные полимеры

Одним из потенциальных применений электросформованных волокон является биоинженерия. Для многих биомедицинских приложений используемые материалы должны быть биосовместимы, поэтому природные полимеры имеют отчетливое преимущество над синтетическими материалами. Так как большинство природных полимеров могут быть разделены естественно оказавшимися там энзимами, они могут применяться там, где необходимы современные имплантаты, или использоваться как носитель лекарственных средств. Степень деградации имплантируемого полимера также возможно контролировать химическими поперечными связями или другими химическими модификациями, которые обеспечивают большую разносторонность в разработке имплантат. Большинство полимеров, которые были электросформованны, - это протеины или полисахариды.

Протеины, которые были электросформованны, включают в себя коллаген, желатин, фибриноген и шелк. Одним из самых распространенных природных полимеров является коллаген. Коллагены можно обнаружить в соединительных тканях там, где они обеспечивают механическую поддержку. По меньшей мере, существует десять различных форм коллагена, и все они являются доминантами в особых тканях.

Все коллагены имеют фундаментальную тройную гелевую структуру. Так как коллаген существует естественным образом в тканевой форме, электросформованные коллагеновые нити способны к имитации внеклеточной матрицы в теле. Обычно коллаген достаточно крепкий материал и образует стабильные ткани особенно после сшивания. Однако до сегодняшнего дня только первый, второй и третий типы коллагена были успешно электросформованны вместе с их превращениями. Стоимость коллагена делает

его дорогим для производства толстых тканевых сетчатых электроформованных структур. Более дешевая альтернатива коллагена – это желатин, который так же подвергается процессу электроформования. Другой протеин, который электроформируется для использования в клеточных каркасах, – это фибриноген. Так как этот протеин играет ключевую роль в свертывании крови и в затягивании ран, электросформованный фибриноген исследуется на предмет возможного использования в создании перевязочных средств при ранениях.

Протеины, такие как натуральная шелковая нить, имеют выдающиеся механические свойства. Это позволяет им стать интересным материалом для применения в биомедицинской области, где механические свойства очень важны.

Несколько полисахаридов и их модифицированных форм были опробованы в электроформовании. Целлюлоза является основной составляющей почти всех форм растительных материалов, что делает ее наиболее распространенным и доступным сырьем. Возможна модификация структуры целлюлозы с помощью реакции с гидроксильной группой или частичного разрушения целлюлозной цепи. Ацетат целлюлозы – один из наиболее широко используемых материалов, которые применяются в областях, где требуются полупроницаемые мембраны, такие как диализ, ультрафильтрация, обратный осмос.

РАЗДЕЛ IV

ХИМИЯ

1

Определение жирорастворимых витаминов в пищевых продуктах и фармацевтических препаратах

Витамины – это органические вещества, содержащиеся в некоторых продуктах в небольших количествах и необходимые для функций организма. Их систематическое отсутствие в диете может отрицательно сказаться на росте и развитии. Независимо от внешних факторов животные обычно не могут синтезировать витамины анаболическими средствами, и по этой причине необходимо включать витамины в их рацион питания. Вообще витамины необходимы в микроколичествах, и дозы меняются в зависимости от возраста, физиологического состояния и физической активности человека. Пищевая потребность в витаминах увеличивается во время роста, беременности, лактации, в условиях интенсивной работы и во время заболеваний, особенно инфекционных. Традиционно витамины подразделяют на жирорастворимые (А, Д, Е, К) и водорастворимые (С и витамины группы В – В1, В2, В3, В5, В6, В8 и В12).

Корреляция между диетой и здоровьем привела потребителей к поглощению пищи, содержащей витамины, включая продукты, обогащенные витаминами, а совсем недавно и использованию фармацевтических добавок, но производство этих питательных веществ в дополнение к промышленным продуктам осуществляется зачастую как маркетинговая стратегия.

Пищевая важность витаминов послужила разработке нескольких методик определения их в пище, фармацевтических добавках и биологических жидкостях. Существует множество аналитических процедур, позволяющих

определить витамины в пищевых, фармацевтических и физиологических образцах, такие как спектрофотометрия, спектрофлуориметрия, вольтаметрия и хроматография. Поскольку обычно существует необходимость определять более одного витамина, используется аналитический метод, способный определять мультикомпоненты в сложных образцах, что может привести к взаимовлиянию компонентов в химическом анализе. Таким образом, хроматографический метод является одним из наиболее важных для определения витаминов, так как его использование позволяет отделять аналиты до обнаружения, что помогает избежать их взаимного влияния.

Хроматографический метод является доминирующим в определении витаминов в нескольких образцах, но обычно этот метод не считают достаточно экологичным, включая определение жирорастворимых витаминов, из-за использования нескольких органических растворителей в качестве подвижной фазы. Учитывая, что общество требует развития аналитических методов, способных связать селективность, чувствительность и экологичность, химики должны разрабатывать аналитические методы, которые не используют опасных реагентов, а количество образующихся химических отходов должно сводиться к минимуму.

2

Микроволновые органические синтезы

В электромагнитном спектре область микроволнового излучения расположена между инфракрасным излучением и радиоволнами. Длина микроволн составляет от 1 мм до 1 м с соответствующими частотами между 0,3 и 300 кГц. Телекоммуникационные системы и микроволновые радары используют в основном полосы частот этого диапазона. В целом, для того чтобы избежать интерференции длина волны, при которой промышленные и домашние приборы выполняют функцию нагревания, отрегулирована до 12,2

см в соответствии с частотой 2,450 ($\pm 0,050$) кГц, но, несомненно, существуют и другие распределения частот. В течение долгого времени было известно, что микроволны могут использоваться для нагревания материалов. В действительности, развитие микроволновых печей для нагревания пищи имеет более чем 50-летнюю историю. В 1970-х конструкция микроволнового генератора, магнетрона, была усовершенствована и упрощена. Следовательно, цена на домашние микроволновые печи значительно снизилась, что привело к их массовым продажам. Однако, дизайн камеры или полости печи, являющийся очень важной характеристикой для нагревания, практически не изменился вплоть до конца 1980-х гг.

В неорганической химии микроволновая технология используется с конца 1970-х, в то время как в органической химии – с середины 1980-х. Развитие данной технологии в органической химии происходило довольно медленно по сравнению, например, с комбинаторной или вычислительной химией. Такое медленное внедрение этой технологии связано в основном с отсутствием возможности контроля, аспектами безопасности и недостаточным пониманием основ микроволнового диэлектрического нагревания. Однако, с середины 1990-х количество публикаций в этой области значительно увеличилось. Основными причинами такого увеличения являются коммерческая доступность микроволнового оборудования, предназначенного для органической химии и разработка методики без применения растворителя, что улучшило аспекты безопасности, но в основном этому послужил возросший интерес к сокращению времени протекания реакций.

Короткое время реакций и увеличившееся разнообразие реакций, предложенное органическим синтезом с использованием микроволн, соответствуют возросшим запросам индустрии. В частности, фармацевтическая индустрия требует производства большего количества новых химических веществ, что заставляет химиков применять ресурсы, сокращающие время производства химических соединений. Химические базы данных, программное

обеспечение для отбора из имеющегося разнообразия, онлайн-системы для заказа химических препаратов, системы открытого доступа и высокопроизводительные системы для анализа, высокоскоростное оборудование для параллельных и комбинаторных синтезов – все это послужило увеличению производительности. Общими факторами для появления данных технических ресурсов стали автоматика и компьютерный контроль.

В целом, большинство органических реакций нагревают, используя традиционное оборудование для теплопередачи, такое как масляные бани, песчаные бани и нагревательные рубашки. Такие методы нагрева, однако, довольно медленны, а внутри образца может происходить перепад температуры. Кроме этого местный нагрев может привести к разложению продукта, субстрата и реагента.

Для сравнения, при микроволновом диэлектрическом нагревании, микроволновая энергия поступает в химический реактор дистанционно, и источник энергии получает прямой доступ к реакционному сосуду. Микроволновое излучение проходит через стенки сосуда и нагревает реагенты и растворители, но не сам реакционный сосуд. Если аппаратура правильно сконструирована, температура будет однородно увеличиваться внутри образца, что может способствовать образованию меньшего количества побочных продуктов и/или продуктов разложения. В системах, находящихся под давлением, возможно быстрое увеличение температуры используемого растворителя выше обычной точки кипения.

Определение минералов с помощью спектрометрии средней ИК-области

Молоко и молочные продукты являются основным источником минералов, особенно кальция, который участвует во многих метаболических процессах в организме человека. В настоящее время некоторые молочные продукты обогащаются кальцием для предотвращения остеопороза. Требуется разработка недорогих и не требующих много времени количественных анализов минеральных веществ, чтобы дать фермерам возможность улучшить дополнительную ценность полученного молока. Целью данного исследования была разработка 5 уравнений для определения содержания Ca, K, Mg, Na и P в коровьем молоке с использованием спектрометрии средней ИК-области. В общей сложности было собрано 1543 образцов молока от 478 коров в период между мартом 2005 и маем 2006 во время учёта надоев молока в Валлонском регионе Бельгии. Данные образцы были проанализированы с помощью спектрометрии средней ИК-области. Метод определения основных компонентов позволил отобрать 62 образца в соответствии с их спектральными характеристиками и разделить их на 2 калибровочных набора. Было обнаружено и удалено 5 выпадающих из этих наборов образцов. Минеральные составляющие отобранных образцов были измерены методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Использование комбинации частичных наименьших квадратов с повторяющимся значением позволило построить 5 калибровочных уравнений для определения содержания Ca, K, Na, Mg, P в молоке. Для оценки точности полученных уравнений выполнили полную перекрестную и внешнюю проверки. Коэффициенты детерминации, полученные в ходе перекрестной проверки, составили 0.80, 0.70 и 0.79 для Ca, Na и P соответственно ($n=57$) и 0.23 и 0.50 для K и Mg соответственно ($n=31$). Только уравнения для Ca, Na, P показали достаточный

коэффициент детерминации R^2_{cv} для потенциального применения. Эти уравнения были проверены на 30 новых образцах молока. Коэффициенты детерминации во время проверки составили 0.92, 0.14, 0.87 для Ca, Na, P, соответственно, что указывает на потенциальную возможность использования калибровочных уравнений для Ca и P. К анализируемым образцам молока были добавлены оставшиеся 30 образцов и произведена новая калибровка. Коэффициенты детерминации R^2_{cv} для Ca, K, Mg, Na, P составили 0.87, 0.36, 0.65, 0.65, 0.85, соответственно, что подтверждает возможность использования уравнений для Ca и P. Добавление новых образцов к калибровочному набору подтвердило первые результаты этого исследования, которые показали возможность количественного определения Ca и P с помощью спектromетрии средней ИК-области непосредственно в коровьем молоке.

4

Каталитическая активность смешанных оксидов $Pr_{2-x}Sr_xCoO_{4\pm y}$ при восстановлении NO с помощью CO

Оксиды азота NO_x являются основными загрязнителями воздуха, вызывающими кислотные дожди. Удаление NO_x представляет собой одну из ключевых исследовательских тем по защите окружающей среды. Метод восстановления NO_x с помощью NH_3 был использован на практике. Однако, по причине высокой стоимости и вторичного загрязнения поиск эффективных, но дешевых катализаторов является насущной необходимостью. Смешанные оксиды перовскитного типа A_2BO_4 со структурой K_2NiF_4 , состоящие из чередующихся слоев ABO_3 и соли AO, были исследованы совсем недавно в качестве новых материалов, недорогих, обладающих высокой каталитической активностью и термической стабильностью. Множество исследований показывает, что каталитическое поведение смешанных оксидов A_2BO_4 в большей степени связано с А- и В-сторонними ионами, соответствующей валентностью, а также кристаллической микродеформацией этих оксидов.

Следует отметить, что имеется много литературы, посвященной исследованиям катализаторов LnSrCuO_4 и LnSrNiO_4 . Недавно были изучены каталитические реакции окисления CO и C_3H_8 на катализаторах LnSrCoO_4 . Однако, исследования, включающие изучение катализаторов LnSrCoO_4 довольно немногочисленны. Хотя поведение катализаторов LnSrCoO_4 в реакциях каталитического окисления является многообещающим, практически не существует литературы, посвященной их поведению в реакциях каталитического восстановления при устранении NO_x . Поэтому необходимы дальнейшие исследования в этой области.

5

Титрование

Титрование – это метод, используемый в аналитической химии для определения концентраций неизвестных кислот и оснований. Титрование включает в себя медленное добавление раствора с известной концентрацией к известному объему другого раствора с неизвестной концентрацией до тех пор, пока реакция не дойдет до необходимой стадии. Для кислотно-основного титрования изменение цвета достигается с помощью рН индикатора или прямого измерения с использованием рН-метра. Эта информация может быть использована для вычисления концентрации неизвестного раствора.

Если изобразить график зависимости рН кислого раствора от количества добавленного основания в процессе титрования, то форма графика называется кривой титрования. Все кривые титрования кислот относятся к одним и тем же основным графикам.

Вначале раствор имеет низкое значение рН и поднимается в то время, как добавляется сильное основание. Когда раствор приближается к точке, в которой все катионы водорода H^+ нейтрализуются, рН резко возрастает и затем снова

выравнивается, тогда раствор становится более основным из-за того, что добавляется больше гидроксид-анионов OH^- .

Первая кривая показывает титрование сильной кислоты сильным основанием. Происходит первоначальное медленное повышение pH до тех пор, пока реакция не приблизится к точке, в которой добавляется как раз столько основания, чтобы нейтрализовать всю исходную кислоту. Эта точка называется точкой эквивалентности. Что касается реакции сильной кислоты с сильным основанием, то это происходит при $\text{pH}=7$. Когда раствор минует точку эквивалентности, pH уменьшает свое возрастание там, где раствор приближается к pH титруемого раствора.

Слабая кислота диссоциирует из своей соли только частично. Как правило, вначале pH возрастает, но как только значение достигает зоны, где раствор оказывается буфером, наклон кривой выравнивается. После этой зоны pH резко поднимается через свою точку эквивалентности и снова выравнивается подобно графику реакции сильной кислоты с сильным основанием.

Можно выделить 2 особенности этой кривой. Первая – это точка полуэквивалентности. Данная точка возникает на полпути через буферную зону, где pH практически не меняется при добавлении большого количества основания. Точка полуэквивалентности появляется, когда добавляется достаточно основания для того, чтобы перевести половину кислоты в сопряженное основание. Когда это происходит, концентрация катионов водорода H^+ равна значению K_a кислоты. Далее, $\text{pH}=\text{p}K_a$.

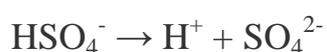
Вторая – наличие более высокой точки эквивалентности. Если кислота нейтрализована, то нужно обратить внимание на то, что точка находится выше $\text{pH}=7$. Когда слабая кислота нейтрализуется, оставшийся раствор становится основным, так как остается сопряженное основание кислоты в растворе.

Третий график – следствие того, что кислоты отдают более одного катиона водорода H^+ . Такие кислоты называются многоосновными. Например, серная кислота (H_2SO_4) – двухосновная кислота. Она может отдать два катиона водорода H^+ .

Первый катион отрывается в воде в результате диссоциации



Второй катион водорода H^+ появляется в результате диссоциации HSO_4^-



Фактически, это титрование двух кислот одновременно. Кривая иллюстрирует ту же самую тенденцию, как и титрование слабой кислоты, где в течение некоторого времени рН не изменяется, затем резко увеличивается и снова выравнивается. Отличия появляются, когда идёт реакция с участием второй кислоты. То же самое происходит с кривой, где за медленным изменением рН следует резкий подъем (скачок) и выравнивание.

Каждый скачок имеет свою точку полуэквивалентности. Первая точка появляется, когда к раствору добавляется столько основания, сколько требуется, чтобы перевести половину катионов водорода H^+ , образовавшихся в результате первой диссоциации, в сопряженное основание, или значение константы кислотности K_a .

Вторая точка полуэквивалентности появляется там, где половина второй кислоты переходит во второе сопряженное основание, или значение кислотности K_a .

Во многих таблицах кислотности K_a эти значения приводятся как K_1 и K_2 . Другие таблицы приводят только значения K_a для каждой кислоты в результате диссоциации.

Данный график иллюстрирует двухосновную кислоту. Для кислот с большим содержанием катионов водорода для отдачи (например, лимонная кислота ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) с 3 катионами водорода) на графике появится третий скачок с точкой полуэквивалентности при $\text{pH}=\text{pK}_3$.

(Перевод Ольги Перфиловой, институт химии)

6

Асимметричные альдольные реакции

Использование воды в качестве растворителя для химических реакций вызывает большой интерес в настоящее время, главным образом, благодаря ее низкой стоимости, безопасности и ее экологически благоприятной природе. В начале 1980-х гг. Бреслоу и Гриеко доказали, что вода является положительным фактором в реакциях Дильса-Альдера, в результате чего она стала считаться растворителем для органических реакций.

Считается, что в водных органических реакциях гомогенный раствор является очень важным для эффективной химической реакции. Следовательно, главной темой водной органической химии является повышение растворимости реагентов и реактивов в этих реакциях. Однако, некоторые недавние открытия показали, что гомогенность несущественна для органических реакций, происходящих в водной среде. Шарплис и его коллеги привели несколько примеров, доказывающих, что существенная степень ускорения может быть достигнута в водной суспензии, которую они обозначили как «водные условия». Группа ученых Такабэ, Барбаса и Хаяши показала, что прямые асимметричные альдольные реакции могут быть выполнены с отличной энантиоселективностью в воде при использовании органических катализаторов природы пролина. Хотя высокая реактивность таких гетерогенных водных реакций не совсем понятна, ясно, что гидрофобные эффекты играют ведущую роль в повышении реактивности.

Альдольные реакции являются одними из самых важных реакций в формировании углерод-углеродных связей, образуя β -гидрокси карбонильные структурные остовы, что неоднократно обнаруживается в натуральных продуктах и медицинских средствах. В природе альдолазы класса I катализируют высокоэффективные энантиоселективные альдольные реакции в воде посредством инаминного механизма. Желательно развить химическую систему, которая могла бы имитировать действие альдолазы и выполнять прямые альдольные реакции в воде с хорошим стереоуправлением. В последние годы органический катализ переживает своего рода эпоху Возрождения. Появилось множество докладов о прямых асимметричных альдольных реакциях, катализируемых пролином и его структурными аналогами с использованием инаминного механизма. Вполне возможно, что пролин является самым эффективным и универсальным маленьким органическим «энзимом», который катализирует широкий круг органических превращений. Однако, альдольные реакции, катализируемые пролином могут иметь высокую энантиоселективность только в органических растворителях. Присутствие большого количества воды является результатом образования низко- или неэнантиоселективных продуктов. Хотя в самом первом докладе Листа было показано, что первичные и ациклические вторичные аминокислоты не смогли катализировать альдольные реакции, Кордова с коллегами прекрасно продемонстрировали, что ациклические аминокислоты могут совершать прямые альдольные реакции в ДМСО в присутствии воды. Мы убеждены, что гидрофобные аминокислоты могут быть эффективными альдольными катализаторами в водной среде. Это выстраивает гипотезу, что гидрофобный катализатор должен образовывать сильную связь с гидрофобными реагентами в воде. В результате оптимизации гидрофобных взаимодействий переходное состояние может лучше обнаруживаться, и может быть достигнута высокая энантиоселективность.

Список литературы

1. Computer and Its Components//Computers today: Учебно-методическое пособие для вузов. Составитель В.И. Гурьянова. Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009.
2. Gary D.E., Keller Ch.U. The Frequency Agile Solar Radiotelescope// Solar and Space Weather Radiophysics - Current Status and Future Developments. Kluwer Academic Publishers, 2004.
3. Jiang Z., Liang Z., Wu X., and Lu Y. Asymmetric Aldol Reactions Catalyzed by Tryptophan in Water. Cambridge, UK, 2006.
4. Kienen V., Costa W. F., Visentainer J. V., Souza N. E., Oliveira C. C. Development of a Green Chromatographic Method for Determination of Fat-Soluble Vitamins in Food and Pharmaceutical Supplement//Talanta 75,2008.
5. Lidstrom P., Tierney J., Wathey B., Westman J. Microwave Assisted Organic Synthesis – a Review. Scotland, UK, 2001.
6. Ramakrishna S., Fujihara K., Teo W.-E., Lim T.-Ch., Ma Z. Natural Polymer// An Introduction to Electrospinning and Nanofibers. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005.
7. Rees E. G. Notes on Geometry. Springer, 2004.
8. Rheingold H. Tools for Thought. MIT Press, 2000.
9. Rindorf L., Hoiby P. E., Jensen J. Towards Biochips Using Microstructured Optical Fiber Sensors// Anal Bioanal Chem., 2006.
10. Savina T. F. Homomorphisms and Congruence Relations for Games with Preference Relations // Contributions to Game Theory and Management. Vol. III. Collected Papers on the Third International Conference Game Theory and Management. SPb.: Graduate School of Management SPbU, 2010.
11. Soyeurt H., Bruwier D., Romnee J.-M., Genler N., Bertozzi C., Veselko D., Dardenne P. Potential Estimation of Major Mineral Contents in Cow Milk Using Mid-infrared Spectrometry. American Dairy Science Association, 2009. Vol. 92. № 6.
12. Sun N., Garbey M., Merla A., and Pavlidis I. Imaging the Cardiovascular Pulse// Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, California, June, 2005. Vol. 2.
13. Zhong H., Zeng X. Physicochemical Properties and Catalytic Performance of $\text{Pr}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CoO}_{4\pm y}$ Mixed Oxides for NO Reduction by CO//Kinetics and Catalysis. 2006. Vol. 47. № 3 .
14. <http://arxiv.org/abs/0808.2507v2>
15. <http://chemistry.about.com/od/acidsbase1/ss/titrationcurves.htm>
16. <http://en.wikipedia.org/wiki/Modem>
17. <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/407>
18. <http://www.e-reading.org.ua/djvureader.php/135702/Gill>
19. <http://www.e-reading.org.ua/djvureader.php/135702/Gill>

20. <http://www.rethinkdb.com/blog/2010/06/will-the-real-programmers-please-stand-up>
21. <http://www.studfiles.ru/dir/cat5/subj164/file13679/view133031.html>
22. http://www.usenix.org/events/osdi06/tech/full_papers/weil/weil_html/index.html#weil:tr-ucsc-metacp04
23. <http://fliiby.com/file/562334/5dmfcyp29x.html>

Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского