

АНАЛОГОВА СРЕДА VS. ДИГИТАЛНИ КОМУНИКАЦИИ

проф. Руси Маринов, д.н.

Резюме: В студията се дискутират проблеми, свързани с новите технологии, дигиталните комуникации, бъдещето на аналоговите модели за взаимодействие. Анализират се и възможностите за развитие на изкуствен интелект и невронни мрежи, базирани на аналогови изчислителни системи. Трансформацията днес е свързана с кардинална промяна на съществуващите подходи и преоткриване на предимствата на някои традиционни модели, които при друг контекст могат да се окажат много по-ефективни в сравнение с наложилите се вече в практиката информационни дигитални средства. В този случай именно аналоговите подходи на квантовите изчисления в комбинация с новите технологии водят до по-добри резултати, развитие на обществото и създаване на по-хуманна среда.

Ключови думи: аналогова среда, аналогови компютри и модели, дигитални комуникации, невронни мрежи, изкуствен интелект, код, програмиране.

ANALOG ENVIRONMENT VS. DIGITAL COMMUNICATIONS

Prof. Rusi Marinov, PhD, D. Sc.

e-mail: rmarinov@nbu.bg

Abstract: In this article, I discuss problems associated with new technologies, digital communications and the future of analog interaction models. I also analyze the development possibilities of artificial intelligence and neural networks based on analog comput-

ing systems. The transformation today, involves a radical change in existing models and the rediscovery of the benefits of some traditional approaches, which in another context can be much more effective than existing information and digital tools. In this case, it is the analog approaches of quantum computing in combination with new technologies that lead to better results, development of society and the creation of a more human environment.

Keywords: analog computing models, digital communications, neural networks, coding, programming, quantum computing

В началото на XXI век дигиталните технологии се превърнаха в синоним за ускорено икономическо развитие и иновативност. Понятия като дигитални медии, дигитална икономика, дигитално общество, дигитални средства за комуникации се превръщат в част от всекидневния език на обществото. Всичко свързано с аналогови форми за комуникация се смята за остаряло и неактуално. Прогнозите на големите изследователски институти за развитие на бизнеса и обществото са предимно в сферата на дигиталните компютърни технологии и тяхното влияние в близките 10-15 години върху всички форми на взаимодействие между хората и машините.

В настоящото изследване вниманието ще се концентрира върху предимствата и бъдещото усъвършенстване на аналоговите модели, технологии и изчисления. При анализ на публикациите в базата данни на Google Scholar, относно аналоговите форми на комуникация, се появяват около 900 хиляди резултата, от които само 2-3 имат директно отношение към предимствата на аналоговите модели за обработка на информация. Изследователите по света следват общата схема за усъвършенстване на дигиталните форми при анализ на данни и интерпретация и управление на процеси, в същото време се игнорират предимствата на аналоговите технологии, например мозъкът на човека е комплексна, ефективна аналогова система, с изключително ниски равнища на използване на енергия, като обработката на

информация се реализира без наличие на компютърна програма или наличие на предварително разработен код.

Аналогова компютърна среда

На практика ние живеем в аналогова среда и трудно може да се говори за чисто дигитални технологии, разработени от дигитални личности, без реален досег до аналогови средства. Дигиталните комуникации имат отношение основно към кодиране на съдържанието, като се използват приоритетно два основни символа 0 и 1. В сайта quora¹, предназначен за отговор на въпроси от експерти в определени професионални области, се описват предимствата на аналоговата система и респективно, подобен тип комуникация. Аналоговите модели са с ниска степен на точност на информацията, за разлика от дигиталните форми на взаимодействие, където шумът може да бъде сведен до минимум, за сметка на точност на получените данни. Необходимо е да се отбележи, че на базово равнище трудно може да говорим за чиста дигитална система. Всички известни инструменти, създадени от човека, са базирани на аналогови принципи. Дигитализацията в момента е повсеместна, обхваща почти всички сектори на обществото и бизнеса, изискванията са за изграждане на по-ефективни комуникационни системи, при висока скорост на транслиране на данните, по-малко шумове в медийните канали и по-ограничени възможности за корумпиране на данните, но това са по-скоро идеални условия за подобен тип комуникация, на практика всеки отделен процес е аналогов по природа. Дигиталните форми са свързани с кодиране на процесите и трансформиране на цялото съдържание в цифров вид под формата на два символа 0 и 1.

Джордж Дайсън², историк на технологиите, смята, че бъдещето принадлежи на аналоговите системи. Според него историята на електронните изчисления може да бъде разделена на два основни периода – преди и след електронните дигитални компютри и масово разпространение на кода. Преддигиталната епоха се свързва с теоретици и видни учени като Лайбниц и Хобс. Новата епоха започва с разработките и експериментите на Тюринг, фон Нойман, Шанън и Винер (Вж., Годишник на Депар-

тамент „Масови комуникации“ (2018). Тюринг се интересува от проблемите, свързани с интелигентност на машината, Нойман се концентрира върху архитектурата на самовъзпроизвеждащи се системи, а Винер акцентира върху разработване на контролни системи, надхвърлящи възможностите на контрол от човека.

На практика и от гледна точка на теорията, отбелязва Дайсън, няма ясно разграничение между аналогови системи и дигитални форми за изчисления. Като цяло дигиталните устройства работят с цели числа, бинарни редове, детерминистична логика, идеално време, базирано на дискретни части; аналогови форми на изчисления работят с реални числа, недетерминирана логика, последователни функции, вкл. времето е част от континуума на реалния свят. Повечето известни системи работят едновременно в два режима – аналогов и дигитален. При аналоговите изчисления сложността е под формата на мрежова топология, а не във формата на код. Информацията се обработва, като се въвеждат непрекъснати функции на стойности, от типа на волтаж и относителна честота на сигнала, за разлика от дигиталните форми, ориентирани към логически операции и базирани на дискретни вериги от битове. Дигиталните компютри не толерират грешките или двусмислието, зависят от процеси по корекции на грешки при всяка стъпка от процеса. Аналоговите изчислителни системи толерират грешките, позволяват ни да живеем с тях. На практика е напълно възможно да се изгради нещо, без да разбираме същността му. Има една известна мисъл – нашето знание може да надхвърли нашето разбиране на процесите, и тук е основният проблем на нововъзникващи интелигентни системи, които имат способности да се самопрограмират и да надхвърлят нашите цели или очаквания. Природата използва дигитален код за съхранение, репликация и рекомбинация на последователностите от нуклеотидите, но разчита на аналогови форми на изчисляване при управление на нервната система, за интелигентност и контрол на биологичните процеси. Дигиталните, компютърни системи изпълняват команди между две състояния на обработваните битове: битове, представящи различия в пространството, и такива във времето. Тези две форми и структури се управляват от компютърни програми. Колкото

повече се нуждаем от хора-програмисти, толкова повече можем да запазим контрола си върху машините.

Аналогови компютри също посредничат при трансформацията на информацията като структура в пространството и времето, но тук липсва какъвто и да е код и програмиране. Природата развива аналогови компютри от типа на нервните системи, които обработват информация, възприета от реалността, те се обучават и самоконтролират, учат се да контролират собственото си поведение, учат се да контролират и средата, в която живеят. Напоследък симулация на невронни мрежи от дигиталните компютри се превръща в основна тенденция за усъвършенстване на информационните системи. Следващата революция според Дайсън³ в компютърните изчисления ще бъде свързана с възхода на аналоговите системи, когато дигиталното програмиране няма да притежава настоящия контрол. С помощта на закона на Мур няма да ни отнеме много време да се дигитализира цялата информация в света, може да се сканира всекидневната дейност на хората в реално време. Това не би трябвало да представлява проблем в близко бъдеще, но проблемът е улавяне на значението и смисъла на случващото се. Това не би трябвало да е по възможностите на дигиталните технологии. Даже ако всичко се превърне в дигитални данни, от логическа гледна точка, не всичко ще може да бъде дефинирано, тъй като сред хората не всички неща са с правилна логическа структура. В крайна сметка значението на нещата трудно може да бъде дефинирано с помощта на дигитални технологии. Известни са три закона на изкуствения интелект: първият е известен като закон на Ейшби, автор на труда „Дизайн на мисленето“, заключващ се в това, че всяка ефективна контролна система трябва да бъде толкова комплексна, че да отговаря на системата обект за контрол. Втори закон е формулиран от Джон фон Нойман – характеристиката на комплексната система трябва да включва опростено описание на поведението ѝ. Най-опростен пълен модел на един организъм е организъмът сам по себе си. Опитите ни да редуцираме системното поведение до формално описание прави нещата още по-сложни, отколкото са в действителност. Третият закон твърди, че всяка система, опростена до

нивото да бъде разбрана, няма да бъде достатъчно пълна, за да бъде интелигентна. В същото време всяка система усложнена така, че да се държи интелигентно, ще бъде толкова сложна, че няма да може да бъде разбрана в достатъчна степен.

Третият закон звучи оптимистично за тези, които вярват, че докато разбираме интелигентността, ние не трябва да се страхуваме от супер интелигентност при машините, надхвърляща възможностите на човешкия интелект. При третия закон има известна уловка, предполага, че може да се изгради нещо, без да го разбираме как работи. Не е необходимо да разбираме изцяло как работи мозъкът, за да построим нещо подобно, което наистина работи ефективно.

От тази гледна точка трудно можем да говорим за „добър“ AI (това се отбелязва в последните години от почти всички големи мислители от ранга на Стивън Хокинг). Нашето взаимодействие с интелигентната система ще бъде по-скоро в сферата на вярата, отколкото в областта на доказателството. В наши дни ние се грижим твърде много за машинната интелигентност и в недостатъчна степен отделяме внимание на процесите, свързани със самовъзпроизвеждане, комуникация и човешки контрол на системите, които използваме. Може да се предположи, както смята и Дайсън, че следващата революция в компютърните технологии би трябвало да ни сигнализира за важноста на аналоговите системи, над които дигиталното програмиране няма да притежава повече контрол. Очевидният отговор на тези, които вярват, че могат да построят машини, които да контролират всичко, ще доведе до това да им се позволи да изградят машина, която ще бъде в състояние да контролира самите тях.

Бернд Улман, професор по бизнес информатика в университета във Франкфурт на Майн, в последните години анализира предимствата на аналоговите компютри⁴ и недостатъците на алгоритмичното програмиране. Ученият подлага на сравнение суперкомпютрите, които притежават огромна изчислителна мощ достигаща до 100 и повече петафлопса (последният суперкомпютър на АйБиЕм е с мощ 200 петафлопса). Но за запазването им се изискват няколко десетки мегавата електроенергия

(достатъчна да захранва един малък град). Ако сравним тези свръх машини с човешкия мозък, изчислителната мощ се равнява на около 38 петафлопса, а необходимата енергия за работа е почти незабележимите 20 вата. Въпросът, който си задава Улман, е, съществува ли суперкомпютър, който не изисква огромна енергия, за да стартира. Отговорът в случая е – това е човешкият мозък. Съвременните мощни компютърни машини са програмирани и изчисленията са базирани на алгоритми. Нашият мозък работи по коренно различен начин, няма каквато и да е инсталирана програма, налице са само взаимни връзки между отделните неврони.

Мозъкът не се нуждае от непрекъснато захранване с данни и инструкции, след това кодиране и декодиране на процесите. От тази гледна точка, веднага могат да се формулират три фундаментални въпроса: Има ли електронен еквивалент на подобна компютърна архитектура? Човек нуждае ли се от супер компютри? Възможно ли е изграждане на специализирана, по-добра от човешкия мозък, система за дефиниране на проблеми? Отговорът на първия въпрос е, че съществува подобна система и това е аналоговият компютър, като подобни компютри използват модели за решаване на проблем чрез средствата за симулирането им. Типични аналогови системи са електрическите вериги, интегратори и мултифункционални устройства.

Аналоговите компютърни системи се усъвършенстват до 70-те години на XX век, после започват да доминират дигиталните алгоритмични подходи. В бъдеще компютърните системи трябва да притежават по-голяма компютърна мощ, съчетана с ниска консумация на електроенергия. За съжаление дигиталните системи не могат да осигурят подобни условия. Тук може да се направи аналогия между една комплексна дигитална система, каквато представлява съвременния самолет, с десетки хиляди функции и системи за сигурност, и от друга страна, една природна, аналогова система от типа на птица. При първия случай се нуждаем от прекалено големи източници на енергия, непрекъснати тестове, стотици проверки, специални съоръжения за кацане и излитане и продължителни периоди от време за подготовка на полета, с хиляди ангажирани хора за обслужване на

системата. Като противоположност на това, естествената аналогова система е винаги готова за полет, с минимални разходи на енергия, не е необходима подготовка за летене, липса на каквито и да са алгоритми за програмиране и тестващи системи, или всичко се извършва в оперативен, непрекъснат, гъвкав режим и готовност за полет. За да постигне подобна свършена дигитална система, човекът се нуждае от свръхразвити, иновативни технологии, което е въпрос на далечно бъдеще. Аналоговите изчислителни системи ще намират все по-голямо приложение в бъдеще, особено при разработване на изкуствен интелект и невронни мрежи. За съжаление, както отбелязва и Улман, аналоговите системи и подходите им за дизайн, управление и програмиране са изключени изцяло от програмите за обучение на студенти в съвременните университети. При аналоговите компютри липсват алгоритми и циклични процеси. Вместо това, те разполагат с основни, базови изчислителни елементи, които да бъдат свързани така, че да са електронните аналози на някои описани по математически път проблеми.

В публикацията на Дъстин Драйвър⁵ от 2019 г., със заглавие „Бъдещето е на аналоговите компютри“, се изтъква, че в повечето случаи аналоговите технологии са противоположни на дигиталните, но е по-вероятно дигиталното да представя аналоговата среда. Например при аналоговите музикални записи е налице константен, непрекъснат поток от информация, комбиниран с високи равнища на шум. Когато вземем предвид този непрекъснат поток, съпътстван от шумове, и след това го прехвърлим в специална машина, предназначена да решава проблеми, ние веднага получаваме аналогов компютър. За съвременното дигитално поколение подобна версия е доста странна, тъй като всичко за него е базирано на предварително разработен писмен код и фино превключване между два символа 0 и 1 и разбиване на цялото на отделни части. В момента масово се използва тази бинарна практика, или логика, основана на вариантите „да-не“, за решаване на проблеми. Аналоговите подходи са коренно различни. Аналоговите компютри използват непрекъснатия поток и го обезпечават със серия от компоненти, които го променят по специфичен начин. Тоест, може да се стартира

потока от различни средства и да се получават разнообразни резултати. С други думи, възможно е да задействаме поток от електричество, да използваме резистори, които могат да намалят волтажа наполовина, като това се извършва в една кутия и в друга подобна кутия се удвоява напрежението. В аналоговия компютър са налице много компоненти, които могат да извършват специфични неща като събиране, изваждане, умножение, делене и логаритмични функции. След това се обединяват по подходящ начин, което позволява решаване на разнообразни, математически проблеми. Подобен подход може да се използва за решаване на комплексни диференциални неравенства.

Един от съвременните американски учени Янг Ксюе⁶ в авторско изследване сравнява енергийната ефективност между човешкия мозък и дигиталния процесор. Енергийната ефикасност на мозъка, според неговите изчисления, се равнява на 10^{15} операции за един джаул енергийни разходи. Днешните супер компютри извършват 8.3×10^9 операции за джаул. Това е около 6 пъти по-ниска магнитуда за работа в сравнение с човешкия мозък. Ще отбележа, че в момента само три държави разполагат със супер компютри (САЩ, Япония, и Китай), като при изграждането им са ангажирани хиляди учени, служители, инженери и милиарди долари бюджет. Тази огромна енергийна разлика се дължи на тотално различните подходи за изчисления. Дигиталният компютър използва бинарна система (0, 1), за да ограничи до минимум шумовете. Смята се, че невронните мрежи, когато представят информацията, приличат много на аналоговите схеми. Аналоговата мрежа е сходна на неврологичната система и има свойството да притежава висока енергийна ефективност. От друга страна, според Ксюе⁷, аналоговите изчисления са повече податливи на шумове и повреди в сравнение с дигиталните системи, затова аналоговият компютър е за предпочитане да се използва, когато не се нуждаем от висока прецизност. Интересното е, че мозъкът също се характеризира с ниски равнища на точност, като от научна гледна точка в случая се говори за типична сигнална, базирана на шумове рационалност. За Ксюе едно от предимствата на аналоговите компютри е, че някои нелинейни функции могат да бъдат реализирани директно, в

същото време за подобни изчисления цифровият процесор се нуждае от прекалено мощни, изчислителни ресурси. Едни от най-важните линейни функции са радиално-базовите функции. Последните намират широко приложение в изкуствените, невронни мрежи и системите за машинно обучение. Ксюе акцентира върху технологиите, които активно се развиват напоследък от типа на големи данни и дълбоко машинно обучение. Архитектурата на последната система изисква изграждане на структура, която да представя информацията подобно на човешкия мозък. DML (дълбоко машинно обучение) изисква масивна паралелна обработка на данни, реализира се с платформи от типа GPU (Graphics Processing Unit). Анализът на данни е свързан с огромни разходи на енергия, затова се предлага аналоговите изчислителни системи да бъдат интегрирани в архитектурата на машинно обучение. Препоръката е, при тренинг на системата, да се използва в по-голяма степен неконтролируемо обучение. Параметрите за обучение на машината се съхраняват в аналогови, запаметяващи портове. Архитектурата е базирана на специални масиви от данни и е ориентирана за изпълнение на широк спектър от задачи.

Например през 70-те години се използват аналогови компютри за решаване на сложни проблеми, свързани с управление на космически кораби и покоряване на Луната. Аналоговите компютри са супер ефикасни и икономични, тъй като при дигиталните системи всяко превключване или увеличаване на скоростта води до по-големи енергийни разходи. Известно е, че мозъкът е толкова ефективен, колкото и аналоговите компютри. Това е свършена, комплексна мрежа от компоненти (мозъчни клетки), като всяка от тях изпълнява специфични функции. От гледна точка на дигиталните технологии, основната идея за усъвършенстване е базирана на въвеждане на перфектен код.

Код и интелигентност на машините

Развитието на информационната теория е невъзможно без усъвършенстване на теорията на кодирането. Основният проблем, който възниква при кодиране на канала, е как да се

конструира кодът така, че да се компенсира неизбежният шум, наличен във всички реални информационни мрежи. Без изградена система за засичане на грешки, сложните дигитални системи ще се превърнат в нещо неуправляемо. Теорията изследва проблемите за надеждно предаване на информация по определен комуникационен канал. Обикновено при трансфер на съобщенията възникват изкривявания поради наличие на шумове от най-различно естество. Целта е да се открият начини за елиминирание или ограничаване на количеството на грешките по време на трансмисията. Теорията на кода⁸ изследва процесите по коригиране на грешки и намира приложение за решаване на проблеми, свързани с трансмисия на данни по един комуникационен канал, който е лишен от перфектност. Бинарният код се дефинира като опростена форма на компютърен код и програмирани данни. Представя се изцяло с помощта на двоична система от цифри, състояща се от верига последователни нули и единици. Машинният код използва мрежи от бинарни цифри за създаване на инструкции.

Професорът по компютърни науки и невронни мрежи Кристоф Малсбург⁹ смята, че битовете са универсални, но за да бъдат програмирани по подобие на самоорганизиращите се невронни мрежи е трудно постижимо действие и като краен резултат изразителната компютърна мощ е прекалено ниска. МакКълук и Пит (създатели на първите програми по изкуствен интелект) през 1943 г. допускат, че с помощта на битове може да се представи всичко, свързано с въображението на човека. Остава един въпрос, на който не дават отговор – къде и как се създават образците за поведение на машината – логическите функции и алгоритми? От тази гледна точка всяка интелигентност на машината е нищо повече от пасивно отражение на човешкото мислене. За да се създаде адекватна интелигентна система се нуждаем от архитектура, базирана на данни, където се комбинират концепции със съдържание, символи със структури и субстанция. От тук възникват множество проблеми, свързани с подобни технологии. Сигналите в мозъка са аналогични, а в компютрите – дигитални. Дигиталната система разчита изцяло на надеждни цифрови сигнали, процесите в

машината стриктно се придържат към предварителна програма. За разлика от нея, самоорганизиращата се мрежа по дефиниция е фрагментирана, сигналите протичат бавно и от тази гледна точка разликата между аналогови и дигитални системи е фундаментална. Бъдещите аналогови устройства трябва да бъдат в състояние да възприемат заобикаляща среда, да се самообучават, да реагират на сигналите и да могат да генерират съвършено различна култура. Невронният код се превръща във важна част от ефективните системи, базирани на ИИ.

Суперкомпютрите, без да се използват възможностите на нашия мозък, не могат да дефинират какъвто и да е сложен проблем. Напоследък се разработват нови хибридни системи, които включват предимствата на аналогови системи с ниски разходи на енергия и ползите от дигиталните технологии за постигане на висока скорост при изчисления и обработка на данните. Дигиталните компютри могат да използват аналогова система да подобрят ефикасността в специфични ситуации, когато не е необходима перфектна точност и прецизност.

Янис Тцивидис¹⁰, учен по компютърни науки от Колумбийския университет работи в тази специфична област като изгражда малки скаларни, аналогови компютри. Заедно със студентите си разработват проект за свързване на дигиталните компютри с аналогови конвертори. Създават специален чип за аналогов компютър, който извършва същите изчисления, както и дигиталния. Аналоговите компютри са идеални за симулиране на аналогови процеси – подобни на тези в сферата на биологията и химията. Причината е, че те работят по начин, подобен на системите в реалния свят. Като резултат е възможно да се създаде аналогов компютър, който симулира процесите на отделна клетка или цял биоорганизъм. Напълно е възможно създаване на перфектно възпроизвеждане действията на биологична система. Аналоговият компютър по дефиниция е съпътстван от много шумове, налице са и случайни процеси, докато при дигиталните компютри грешките са сведени до минимум, базирани са на мрежа от логически инструкции и алгоритми. От тази гледна точка е изключително трудно да се разработят алгоритми, които да представят природни феномени,

поради простата причина, че природните системи не работят с алгоритми. Те просто работят и стартират без необходимостта от код. Подобен модел е заложен и в аналоговия компютър.

Аналоговият компютър е не толкова прецизен като дигиталните, но при него е налице висока степен на гъвкавост. От тази гледна точка те са перфектни за целите на машинно обучение, особено когато се налага машините да взаимодействат с реалния свят и непредсказуемата действителност. В бъдеще ще намерят и все повече приложения при симулиране работата на биологични системи, както и на комплексни физически системи. Професор Раул Сарпескар от колежа в Дартмут разработва аналогови компютри, базирани на естествени системи. Екипът му създава аналогов, ситоморфичен чип и респективно процесор на клетъчно равнище, който е в състояние да решава математически функции, и то 31 пъти по-бързо от популярния софтуер на Matlab. Планира да използва подобни принципи, за да изгради аналогов компютър, който генерира квантови състояния и да създаде след това квантов компютър, работещ при стайна температура. Знаем, че съществуващите модели работят при свръхниски температури и трудно намират приложение в практиката.

В сайта на Масачузетския институт по технологии е създадена специална тематична рубрика, свързана с аналоговите модели за обработка на информация. В една от публикациите през 2016 г., под наименование „Завръщане на аналоговите компютри“¹¹, се посочва, че в дигиталните системи транзисторите имат две състояния (включено, изключено или 1 и 0), в същото време при аналоговите устройства транзисторът притежава неограничен брой състояния и може следователно да изобрази неограничен брой математически стойности. В последните години аналоговите компютри доказват, че могат по-ефективно да симулират работата на биологични системи, отколкото дигиталните подходи. От тази гледна точка, аналоговите изчисления изискват програмиране на ръка, което е комплексен процес и това ще отнеме доста време. По време на международна конференция, където участват изследователи от лабораториите на МИТ, се представя нов компилатор за аналогови компютри, с програма, която транслира инструкции, написани от човек и

спецификации на по-ниско ниво на езика на аналогов компютър. По-рано през годините са извършвани експерименти, базирани на дигитални средства, с които се цели да се реализират симулации на работата на организми, но резултатите са били разочаровачни. С помощта на няколко транзистора от ситоморфичен, аналогов кръг, е възможно решаване на сложни уравнения и преодоляване на шумове като същата работа може да бъде реализирана и от дигитални компютри, но в случая трябва да се използват милиони дигитални транзистори. Следователно в резултат на подобни експерименти може да се говори за висока ефективност на аналоговата система. Понятието „дигитален“ днес се превърна в синоним на „компютър“, но всеки учен знае, че аналоговият хардуер може да бъде изключително ефективен, ако се използва продуктивно, т.е., аналоговите компоненти притежават огромен потенциал за развитие в бъдеще.

Аналоговите компютри ще играят и водеща роля при новата AI революция. Те са изключително добри в направления, които трудно се реализират от дигиталните системи, например изграждане на визия и движение. За дефиниране на комплексни проблеми е необходим прекалено сложен код за дигиталните системи и тонове енергия, за разлика от аналоговите компютри, които непрекъснато са готови за работа и реагират веднага при всяка промяна на средата, тоест не е необходимо някакво преизчисление и настройки. При разглеждане на развитието на семантичните модели също се наблюдават тенденции в посока изграждане на аналогови компютърни системи. Семантичните компютърни технологии включват следните основни елементи: структурирани и полу-структурирани данни; мултимедийни данни; текст; програми и услуги; поведение на хората в мрежата. Връзката между съдържание и ползвател се реализира с помощта на техниките на:

- семантичен анализ;
- семантична интеграция/интегриране на съдържание и значения, извличани от многочислени източници;
- семантични приложения – използване на семантики и съдържание за решаване на проблеми;

- семантични интерфейси – опит да се интерпретира намерението на читателя, изразено с помощта на езика или с други форми на комуникация.

По-нататък ще изброим някои постижения в науката, базирани на методите на аналоговото мислене. Мисленето с помощта на аналогии¹² се използва още от древността за различни научни и откривателски цели като в нашия случай при дефиниране на стратегически подходи. Някои от по-известните примери са следните:

- Сравнения между звукови и водни вълни: водят до открития в областта на акустиката, театъра и музиката.
- Земя/малък магнит: През 1600 г. Уилям Джилберт допуска, че нашата планета се държи подобно на магнит, но и самата планета е огромен магнит (откриване на явлението – магнетизъм).
- Земя/Луна: Галилей прави сравнения между Земята и Луната. И двете са сферични, въртящи се тела, притежават светла и тъмна част, земя и море.
- Земя/Кораб: Галилео използва тази аналогия, за да се докаже, че земята се върти около слънцето.
- Светлина/Звук: 1678 г. – Хюйгенс създава теория на светлината, с помощта на аналогия между звук и светлина.
- Светкавица/Електричество: Бенджамин Франклин доказва, че светкавицата е електрическо явление.
- Дишане/Горене: 1770 г. – Лавоазие развива своята кислородна теория на горенето. Прави сравнения, относно ролята на кислорода при дишането на животните.
- Топлина/Вода: През 1824 г. Анри Карно създава теория за топлината, като въвежда аналогия между топлина и водопад.
- Оцеляване в животинския и растителен свят/човешко развитие и популация. 1859 г. Дарвин формулира своята теория за еволюцията, като използва такъв тип аналогии

и се позовава отчасти на теорията на Малтус за растежа на човешките общности.

- Бензол/Змия: През 1865 г. Кекуле развива теорията за молекулярната структура на бензола. Идеята за структуриране на въглеродните атоми идва след като наблюдава как змия захапва опашката си.
- Мозък/Компютър. През 1950 г. проф. Алън Тюринг прави аналогии между мислене и електронно смятане. Впоследствие това води до поредица нови открития както в областта на невронауките, така и в областта на компютърните технологии.

Интелигентни модели и хибридни системи

Дейвид Клейрли¹³ от компанията „Гартнър“, по време на „ИТ Експо“, представя 10-те стратегически тенденции в технологиите за 2019 г. Тенденциите се изразяват с едно общо понятие дизайн на *„интелигентна дигитална мрежа“*. При анализ на прогнозите се наблюдава основен акцент в развитие на технологиите в посока усъвършенстване на дигиталните форми на комуникация и напълно игнориране на аналоговите модели. Всичко това ще доведе до огромни енергийни разходи, задълбочаване на екологичните проблеми и намаляване ефективността на използване на цифровите системи като резултат.

- Автономни неща (роботи, дроне, автономни автомобили) използващи ИИ, с цел автоматизиране на функции по-рано изпълнявани от човек. Автоматизацията осигурява програмни модели, които прилагат ИИ, за да осигурят поведение, което помага за подобряване на естественото взаимодействие със заобикалящия свят и хората.
- Допълнени, аналитични инструменти: изразяваща се в допълнителна интелигентност, базирана на ML (машинно обучение) за трансформиране и усъвършенстване на аналитично съдържание, обект на споделяне и използване. Целта е оптимизиране на решенията на различни департаменти в бизнеса, както и подобряване действията

на служителите, като се отчита влиянието на контекста, а не само резултатите от анализите или платформите. Усилване на аналитичните процеси става по пътя на автоматизиране на процесите за обработка на данни, проследяване на развитието им, визуализация и елиминиране на необходимостта от професионални учени по данни в голяма част от ситуацията.

- Проекти, задвижвани от AI технология. Разработчиците на проекти се осигуряват с екосистема от AI алгоритми и модели, средства и AI способности като част от решенията. AI се интегрира в процеса, с цел автоматизиране на науката за данните, дизайн на мобилни приложения и функции по тестване на проекта. Очаква се към 2022 г. в 40% от новите проекти да се включват в екипите им и експерти по AI.
- Дигитални двойници: има отношение към цифрови репрезентации на реални системи. Към 2020 г. според Гартнър ще има повече от 20 млрд. свързани сензори и крайни точки, като дигиталните двойници ще представят милиарди обекти. Подобна технология ще намира по-голямо приложение в бизнеса, за да се подобряват възможностите за колекция на точни данни, подобряване на аналитични инструменти и правила, които да засилят ефективността при реализация на бизнес целите.
- Оторизирани крайни обекти: това са крайни механични устройства, интегрирани в заобикалящата ни реалност. „Edge“ изчислението се свързва с компютърна типология, където обработката на информация, колекция на съдържание и доставката му се съсредоточават на места, близки до крайни изпълнителни устройства. Това още е термин, имащ отношение към технологията „интернет на обектите“. Целта е да се осъществи процесът по обработка на информация максимално близко до крайната точка, отколкото да се реализира функцията в сървър за облачни ресурси.
- Имерсивен опит: платформите, ориентирани към разго-

вор, променят начина за общуване на хората с дигиталния свят. Виртуалната, обогатена и смесена реалност, трансформират подходите за възприемане на света. Наблюдават се процеси по обединяване на моделите за възприемане на реалности с интерактивните методи за комуникация и това води до бъдещ нов имерсивен опит на консуматора.

- Блокчейн: особен тип разпределена система, която може да промени индустрията, като се гарантира по-голямо доверие, осигуряване на прозрачност на процесите и значително ограничаване на функциите в една бизнес екосистема. Това води до ограничаване на разходите, времето за подготовка на договорите и подобряване на паричния поток. Днес доверието например е част от бизнеса на банки, клирингови къщи, правителства и други институции, където е налице централизиране на властта с така наречената „единствена версия на истината“, осигуряваща и сигурност на базата данни. Този централизиран модел на доверие води до забавяне на трансакциите и прекалено високи разходи. Блокчейн технологията осигурява алтернативен модел за изграждане на доверие и премахва потребността от централна административна власт в процеса на трансакциите.
- Дизайн на смарт пространства: представляват физическа и дигитална среда, където хора и технологии взаимодействат помежду си по начин, характерен за интелигентните екосистеми от отворен тип, свързани помежду си и с координирани процеси. Многочислени елементи са част от подобни системи, като включват: хора – процеси – услуги – предмети, т.е. заедно формират смарт пространство. Това води до формиране на по-богат имерсивен, интерактивен и автоматизиран експеримент, позволява продуциране, например на различни сценарии за развитие на една индустрия.
- Дигитална етика и конфиденциалност: новите технологии водят и до поява на комплексни проблеми, свързани с

частния живот на хората. Личността все повече започва да се интересува до каква степен персоналната информация се използва от организациите в частния и публичен сектор. Появяват се спорове и конфликти с организации, които не се придържат към проактивна политика в областта на личните права на хората.

- Квантови компютри: използват се субатомни частици за представяне на информация, въвежда се и нова единица „кюбит“. Паралелните изчисления и експоненциалната скаларност на квантовите компютри създават по-големи възможности за изследване на комплексни проблеми, отколкото това може да стане с традиционните подходи или с обикновените алгоритми, заложиени в компютърната система. За целта е необходимо прекалено много време за обработка на данните, свързани с проблемната ситуация. Индустрии с най-голям интерес към квантовите системи са: автомобилна, финансова, застраховане, фармацевтична, военна и научни. Последните биха спечелили много от новите технологии.

През 2018 г. се появиха публикации, които имат отношение към изграждане на по-ефективни и хибридни системи, където се наблюдава съчетаване на аналогови подходи с цифрови технологии. По-долу ще дискутираме проблемите, свързани с подобни технологии. В публикация¹⁴ на списанието от „Technology Review“ от м. септември, 2018 г., издавано от Института в Масачузетс (MIT), се обсъждат новите технологични опити за трансфер на мисли чрез интернет, с помощта на специален интерфейс. В началото на октомври публикации по темата се появяват още в редица издания като „The Wire“, „Discover Magazine“, „Social News Daily“, „SciencePost“ и др. В последните години лекари и учени от сферата на невро-науката развиват средства, които позволяват да се обработват определени мисли и да се транслира информация към мозъка на други хора. Това предполага, че в близко бъдеще комуникацията „мозък-мозък“ може да стане реалност. Тези технологии включват EEGs (електроенцефалограми), които записват електрическата активност на мозъка, и TMS (транскраниална магнитна стиму-

ляция), с помощта на която се предава информация в мозъка на човека. Андреа Стокко и неговите колеги от Университета Вашингтон в Сиатъл използват нова мрежа, за да свържат мозъците на двама души с помощта на специален интерфейс. Участниците в експеримента отговарят, под формата на игра, на 20 въпроса. Учените заявяват, че са изградили първата мрежа от типа brain-to-brain, по-късно наричат проекта BrainNet – тази мрежа позволява малка група хора да играят игри, подобни на „Тетрис“, базирани на сътрудничество. BrainNet позволява разрешаване на проблеми по пътя на партньорството, като се използва директна комуникация от типа „brain-to-brain“. Замисълът е създаване в близко бъдеще на интерфейс от типа „brain-to-brain“, позволяващ решаване на проблеми по пътя на взаимодействието, като се използва социална мрежа, свързваща мозъците на хората. Идеята е, че хората могат да променят сигналите, произвеждани от техния мозък, относително лесно. TMS манипулира активността на мозъка, като активира електрическа активност в специфични области. Стокко и колегите му изграждат мрежа, която позволява трима индивиди да изпращат и получават информация директно насочена към техните мозъци. За да докажат теорията си, свързват три личности: двама от тях са изпращачи на сигналите, третият получава и предава информация, всички са разположени в отделни стаи и могат да общуват помежду си. Групата разиграва игра, подобно на Тетрис, включваща завъртания на малки „блокчета“ в пространството. В резултат на експеримента става ясно, че мозъкът може да разграничава истинската от фалшива информация. Идеята е в бъдеще да се направи комплексна мрежа с повече участници, свързани чрез интернет протоколи, позволяваща на хора от различни точки да си сътрудничат по един опростен начин. Базиран на компютърен облак, интерфейс сървър „brain-to-brain“ би могъл директно да предава информация между всяка група от устройства в мрежата, като се създаде глобална структура чрез Интернет. Подобни проекти разкриват нови хоризонти и възможности за усъвършенстване на комуникацията между хората и осигуряват по-добро разбиране на функциите на човешкия мозък.

Пост-дигиталната ера

В списанието „Нюсиентист“¹⁵ в последните години има няколко материала, посветени на новата генерация компютри, базирани на биологични клетки. Откриването на редакторите на гени позволява изграждане на подобни мини компютърни системи, които са в състояние да разчитат и изпълняват сложни задачи. Подобни технологии позволяват да се наблюдават процесите в човешкото тяло в реално време и на клетъчно равнище. За компютри базирани на ДНК се говори в научните среди от 1990 г., но в момента развитието на генното инженерство позволява това да намери приложение в практиката. ДНК молекулите могат да представят базови математически функции, вместо да се съхранява информацията под формата 0 и 1, както го правят дигиталните компютри. Новите аналогови системи обработват информацията на молекулярно ниво, като се използват символите А, С, G, Т-основните съставки на ДНК веригата.

В специализирания сайт¹⁶ по информационен мениджмънт през 2019 г. се публикуват няколко проучвания, имащи отношение към пост-дигиталната ера. В частност изследователската и консултантска фирма Accenture в годишен доклад, базиран на проучвания сред представителите на глобалния иновативен бизнес, демонстрира в кои сфери трябва да инвестират съвременните компании, за да бъдат ефективни. Анализите са категорични, че само цифрови технологии, които са станали нещо обичайно за работата на бизнеса, не са вече достатъчни за развитието. В отчетите се твърди още, че съвременните организации са навлезли в постдигиталната епоха. От всички участници в анкетата 85% отговарят, че потребностите на консуматорите движат компаниите в посока по-голяма индивидуализация при избора на моделите за взаимодействие и доставка на продуктите. С други думи, способностите на компаниите да разбират своите клиенти и персонализират услугите, е част от модела за поведение.

В последната година се говори за изграждане на интелигентни структури и активно развитие на технологиите в посока изкуствен интелект, напреднали аналитични техники и използ-

ване на компютърни облачни ресурси. От тази гледна точка анализите открояват нови тенденции, например да присъстваш в дигиталното пространство или да бъдеш „дигитален“, не е вече предимство, за да си конкурентен на пазара, тоест появява се нова реалност, наречена „постдигитална“. Новите технологични модели включват очакванията на хората, успехът се базира на организационните способности да се осигури персонализирана „реалност“ за консуматори, служители и партньори. Това предполага използване в по-голяма степен на холистични подходи, разпознаващи в реално време промяна на потребностите и осигуряващи автоматична реакция на бизнеса. Следователно компаниите, за да бъдат отново конкурентоспособни, е необходимо да въвеждат новопоявяващи се технологии. В случая се има предвид инвестиране в сфери като квантови, изчислителни системи и въвеждане на разширена реалност (в предишни години говорихме за значението на виртуална, допълнена и смесена реалност). В момента възникват по-различни от предишните технологични подходи. Тези проучвания, въпреки че визират разбиранията на традиционните високо технологични компании, също се опитват да открият по-различни подходи и от тази гледна точка, гореспоменатите идеи кореспондират с постановките за развиване на технологии, базирани на аналогови изчислителни модели. В близките няколко години активно ще се използват предимствата на така наречените „дарк“ технологии, включващи изграждане на специализирани дистрибуторски мрежи, изкуствен интелект, разширена реалност (62% от иновативните фирми изследват въвеждане на подобни средства) и квантови компютри, базирани на чипове от 72 кубита.

Извод

Развитието на технологиите както в миналото, така и в момента, представлява предизвикателство за бизнеса, администрациите и съвременните медии. Трансформацията е свързана с кардинална промяна на съществуващите модели и преоткриване на предимствата на някои традиционни модели, които при друг контекст могат да се окажат много по-ефективни в сравнение

с наложилите се вече в практиката информационни дигитални средства. В случая именно аналоговите подходи, квантови компютърни изчисления, съчетани с нови технологии водят до по-добри резултати, гарантиращи устойчивото развитие на обществото и изграждане на една по-хуманна екологична среда.

Бележки

1. <https://www.quora.com/Are-there-any-advantages-of-analog-communication-over-digital-communication-that-is-preventing-the-complete-digitalization-of-all-communication-networks>

Последно посещение на сайта на 5.08.2019

2. Dyson, George. The future of computing is analog <https://onezero.medium.com/the-future-of-computing-is-analog-e758471fbfe1>

3. Ibid

4. Ulmann, Bernd. Why Algorithms Suck And Analog Computers Are The Future. 06.07.2017 <https://blog.degruyter.com/algorithms-suck-analog-computers-future/>

Последно посещение на сайта на 10.08.2019

5. <https://dustindriver.com/the-future-is-analog-computers/>.

Последно посещение на сайта на 10.09.2019

6. Xue, Yang. Recent Development in Analog Computation, 2014.

<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1504/1504.00450.pdf>

Последно посещение на сайта на 14.08.2019

7. Ibid. Xue Yang.2014

8. Маринов, Руси. Речник на Нов български език.

<https://nbu-rechnik.nbu.bg/bg/obsht-spisyk-na-ponqtiq/kod>

9. Malsburg, Christoph. The neural code: roadblock on the way to AI

(2018) <https://bit.ly/2MhM7LT>

Последно посещение на сайта 06.10. 2019

10. The Future is Analog (Computers) <https://dustindriver.com/the-future-is-analog-computers/>

Published on April 24, 2019 by Dustin Driver.

11. <http://news.mit.edu/2016/analog-computing-organs-organisms-0620>

Последно посещение на сайта 10.11. 2019

12. Маринов, Р. Стратегически комуникационен мениджмънт. Изд. „Сиела“. 2005, с.119.

13. Gartner's top 10 strategic technology trends for 2019 by David Weldon. Published October 18 2018 Information management – <https://bit.ly/2NPzhDi>

Последно посещение на сайта на 10.09.2019

14. The first „social network“ of brains lets three people transmit thoughts to each other’s heads. <https://www.technologyreview.com/s/612212/the-first-social-network-of-brains-lets-three-people-transmit-thoughts-to-each-others-heads/>

Ref: arxiv.org/abs/1809.08632:BrainNet: A Multi-Person Brain-to-Brain Interface

Последно посещение на сайта на 12.08.2019

15. NewScientist, 2019. Gene editing turns cells into minicomputers that can record data <https://bit.ly/2kr750S>

Последно посещение на сайта 03.09.2019

16. Weldon, David. „In the 'post-digital' era, disruptive technologies are must-haves for survival“ <https://www.information-management.com/news/in-the-post-digital-era-disruptive-technologies-are-must-haves-for-survival> May, 20.2019 г.