

Пропонується одна з можливих технологій цифровізації відносин, як процес переходу до детермінованого хмарного онлайн управління технічними, біологічними і соціальними об'єктами в рамках культури кібер {фізичного, соціального} комп'ютингу на основі точного моніторингу та інтелектуального аналізу їх діяльності в часі і просторі, завдяки тотальній цифровій ідентифікації. Удосконалюється метрика параметрів для вимірювання процесів і явищ в просторі, яка відрізняється від відомих рівнянь конволюційних відстаней вимірюваних об'єктів, що дає можливість істотно зменшувати обсяги даних для зберігання і передачі моделей вимірюваних об'єктів. Пропонується асиметрична модель і формули обчислення функцій належності, яка характеризується наявністю декількох інтервалів області визначення, що дає можливість альтернативного вимірювання подібності-відмінності кіберсоціальних процесів і явищ, а також їх кластеризації-класифікації на три істотних підмножини. Удосконалюється архітектура кіберсоціального комп'ютингу, яка відрізняється від аналогів автоматичною взаємодією в часі і просторі двох механізмів: проектуванням моделей і алгоритмів розпізнавання соціальних патернів, а також використанням створених обчислювальних структур для пошуку даних в кіберпросторі на основі асиметричної метрики подібності-відмінності.

Ключові слова: кіберсоціальний комп'ютинг, програмний та апаратний комп'ютинг, кубітні структури даних, управління та моніторинг, схожість і відмінність, розпізнавання патернів.

1. State of the art

Технологічні проблеми загального комп'ютингу пов'язані перш за все з продуктивністю сучасних кремнієвих кристалів, розмірність яких прагне до субатомного рівню деталізації компонентів. Сьогодні такою межею є 3,5 нанометрова структура. З іншого боку, є оптимістична технологія квантових комп'ютерів, яка оперує поки ще ймовірносними характеристиками квантових компонентів на рівні атомного ядра. Природно, що атомна структура комп'ютингу є земною межею реалізації обчислювальних процесів, які використовують аддитивну технологію вирощування цифрових систем. Вона вирішує також і проблеми енергозбереження завдяки використанню квантів сонячного світла для відновлення енергетичних запасів субатомних структур комп'ютингу. Єдине, що ускладнює масове використання квантових обчислень - це поки ще не пізнані закони детермінованої поведінки атомарних частинок, покладених в основу субсвітової продуктивності комп'ютерів майбутнього. Рух з двох технологічних сторін до центру бажаного комп'ютингу має певні результати вже сьогодні.

Наприклад [1], вчені з Purdue University і Georgia Tech сконструювали перші пристрої з нового двовимірного сегнетоелектричного матеріалу (альфа-селенід індію), який поєднує в собі властивості збереження пам'яті і напівпровідника-транзистора. Матеріали поляризуються в електричному полі і зберігають поляризацию після видалення поля. Вони є привабливими для створення щільної конфігурації пам'яті, званої ґратами поперечних смуг. Багато дослідників, що працюють над нейроморфними і малопотужними AI-мікросхемами, використовують мемристори як нейронні синапси в своїх мережах. Для вчених і практиків новий матеріал створює передумови вирішення проблем пам'яті і логіки в одному двовимірному матеріалі у вигляді шару з однієї молекули, товщина якого становить всього близько нанометра. Таке рішення очікувалось багато десятків років, яке надасть можливість об'єднати пам'ять з логікою для створення високопродуктивних memory-driven архітектур паралельної і детермінованої обробки великих даних. Топологічно конфігурація може бути створена у вигляді масивної поперечної решітки, коли кожен пристрій буде мати ширину близько 10 нанометрів (рис.1).



Рис. 1. Решітка сегнетоелектричного матеріалу для реалізації транзистора і пам'яті

З іншого боку, є софтверні досягнення для вирішення завдань глобального і локального соціального комп'ютингу, що використовують cloud and edge computing services. Наприклад, у [2] нова програма розпізнає емоції учнів, студентів, слухачів, щоб допомогти лектору розпізнати ефективність викладу матеріалу. Професор закінчує лекцію і перевіряє свій комп'ютер. Програмне забезпечення показує, що більшість студентів втратили інтерес до лекції через 30 хвилин. В IEEE Transactions по візуалізації та комп'ютерній графіці дослідники описали систему штучного інтелекту (ШІ), яка аналізує емоції учнів по виразу обличчя слухачів. Знання того, чи є лекції надто складними і коли студентам стає нудно, може допомогти поліпшити викладання. Система

візуальної аналітики добре визначає очевидні емоції, такі як щастя. Але модель часто неправильно ідентифікує гнів, смutek, невдоволення, розгубленість. Щоб вирішити проблему адекватності мультимодального поведінкового аналізу, слід додати нові категорії емоцій, перемаркувати дані і перевчити модель.

Інша сторона медалі, коли виникають негативні соціальні дії завдяки виникненню нових технологій [3]. Біометричні системи аутентифікації для кредитних карт в руках обдарованого хакера можуть довести до банкрутства громадянина. Маючи дані народження, адреси, номери соціального страхування і номери кредитних карт, Abdallah використовував комп'ютер в публічній бібліотеці для замовлення товарів в Інтернеті, зняття грошей з брокерських рахунків і подачі заявок на кредитні карти на імена інших людей. Зловмисник був арештований, коли він спробував перевести 10 мільйонів доларів США з рахунку підприємця в області програмного забезпечення Merrill Lynch. Згідно з даними Aberdeen Group, Бостон, сукупні щорічні збитки, понесені десятками мільйонів фізичних та юридичних осіб у всьому світі, становлять до 250 млрд доларів. Сьогодні легко вкрати особисту інформацію, номери кредитних карт, які складають більше 67 відсотків крадіжок персональних даних. Також відносно легко підробити підпис або вгадати пароль, використовуючи задню частину карти банкомату, де близько 30 відсотків людей записують свій особистий ідентифікаційний номер. Якщо використовувати відбитки пальців або очей, вбудовані в кредитні карти, то для шахраїв завдання підробки відбитків пальців або сканування райдужної оболонки може виявитися досить складним. Однак вартість інфраструктурних сенсорів і датчиків зчитування поки що є дороге задоволення для банків і магазинів, тому клієнти як і раніше підписують чеки або вводять PIN-коди при здійсненні покупок за допомогою карти. Проте майбутнє за заміною кредитних карт відбитками пальців і райдужною оболонкою ока при здійсненні всіх операцій. Цікаве дізрапторне рішення також з'явилося на озброєнні банків [4], коли по голосу можна розпізнати шахрая, який намагається з'ясувати конфіденційну інформацію шляхом спілкування з банківським службовцем для крадіжки грошей з рахунків.

Gartner тенденції світової кіберкультури [5-13] формують технологічну культуру для створення глобального кіберфізичного бізнес-комп'ютингу в рамках укладу Internet of Things.

При цьому квантовий комп'ютинг [14-20] розглядається як енергозберігаюче майбутнє цифрового світу, створюваного для підвищення якості життя і збереження екології планети. Зокрема, квантовий паралельний комп'ютинг і кубітні структури даних дозволяють спростити алгоритми в області cyber social business computing і підвищити швидкість програмних продуктів на класичних комп'ютерах (рис. 2).

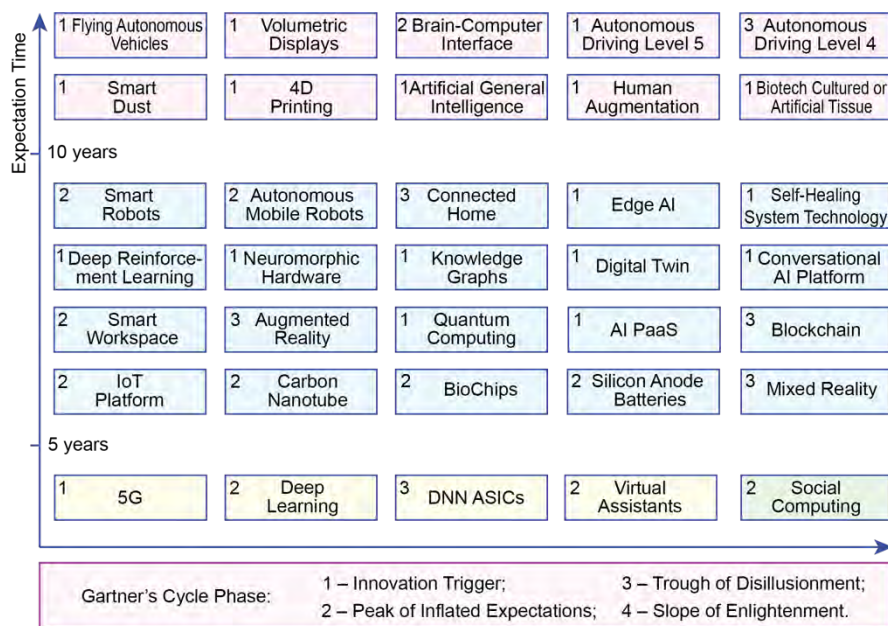


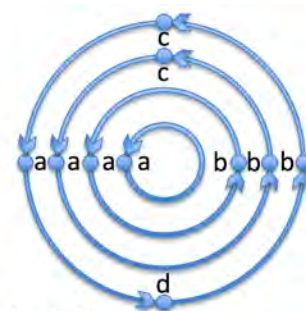
Рис. 2. Gartner's Emerging Technologies

Стратегічні тенденції в області цифрових технологій [5-7,17-19] приведуть в 2020 році до суттєвих дізрапцій, що надасть нові можливості розробникам корпоративної архітектури і конструктивних інновацій з метою створення конкурентних переваг при використанні нових трендів кіберкультури (рис. 2): 1) Автономні фізичні та віртуальні інтелектуальні та координовані речі. 2) Розширена, доповнена кіберпростором, соціальна бізнес-аналітика для вироблення актуаторних впливів. 3) AI-кероване проектування, розширений і автоматичний розробник. 4) Цифрові близнюки; цифровий образ організації або компанії. 5) Заможні, взаємодоповнюючі один одного Edge + Cloud Computing. 6) Досвід занурення в цифрову дійсність і своєчасне сприйняття змін в цифровому світі для підвищення продуктивності праці. 7) Використання Blockchain в соціальній схемі. 8) Smart Spaces. Розумні міські простори створюють шляхи. Інтелектуальні простори створюють карти, а не напрями. 9) Цифрова етика і конфіденційність особистої життя. 10) Квантові обчислення, квантова безпека, розвиток і становлення квантового комп'ютингу.

В аналітиці експертів компанії Гартнер [5-6] фігурують 35 параметрів, серед них майже половина - 16 трендів безпосередньо формує соціальну бізнес-спрямованість комп'ютерних технологій. Цей факт свідчить про зміну напрямку досліджень вчених-комп'ютерників в сторону інженерного підходу до вирішення соціальних бізнес-проблем, пов'язаних з моральним управлінням державами, соціальними групами, компаніями, кожною людиною зокрема з метою усунення соціальних конфліктів і колізій. Очевидно, що людина недосконала навіть при управлінні власною поведінкою. Практично будь-який керівник є концентрацією помилкових рішень, що призводять до соціальних локальних і глобальних катастроф.

2. Метрика відносин кіберсоціальних процесів
Аксиома метрики відносин [19]. Сума всіх відстаней між об'єктами в просторі дорівнює нулю. Наслідки:

- 1) Під об'єктами маються на увазі будь-які процеси і явища природи, Всесвіту і суспільства.
- 2) Кількість об'єктів, що фігурують в метриці - будь-яке ціле число, відмінне від нуля.
- 3) Вид простору і його розмірність не мають обмежень. Операції суми в кожному просторі специфічні (+, xor, exclusive or).
- 4) Три класичних правила рефлексивності, симетричності і транзитивності є підмножиною даної метрики.
- 5) Циклічна оборотність будь-якої відстані на довільній безлічі об'єктів є властивістю метрики.
- 6) Оптимальним для вимірювання відстаней між об'єктами є трикутник.
- 7) Фігура з відстанями між вершинами, рівними 1, 2, 3, є трикутником.
- 8) Метрика з трьох відстаней допускає незнання будь-якого з них в примітиві, яке довізнається сумою двох інших.
- 9) Метрика з трьох відстаней в системі трикутних примітивів допускає незнання 2/3 всіх довізначених відстаней.
- 10) Метрика - спосіб визначення відстаней між об'єктами.
- 11) Метрика - кількісна міра відносин між об'єктами.
- 12) Метрика є циклічне конволюційне замикання відстаней (відносин, похідних, відмінностей) між об'єктами (рис. 3).



$$\begin{aligned} d(a,a) &= 0; \\ d(a,b) + d(b,a) &= 0; \\ d(a,b) + d(b,c) + d(c,a) &= 0; \\ d(a,d) + d(d,b) + d(b,c) + d(c,a) &= 0; \end{aligned}$$

Рис. 3. Діаграма метрики відносин

Структура і норма відносин (відстаней) між об'єктами a, b : $\frac{a-s}{a} \neq \frac{b-s}{b} \rightarrow \frac{a \cap \bar{s}}{a} \neq \frac{b \cap \bar{s}}{b}$. Тут $s = a \cap b$ є оцінка подібності між двома об'єктами, де різниця між об'єктом і подібністю формує ступінь їх відмінності, яка стає нормованим шляхом ділення ступеня відмінності на об'єкт. Якщо $d(b,a) = b-s$ and $d(a,b) = a-s \rightarrow \frac{d(a,b)}{a} \neq \frac{d(b,a)}{b}$. Тут позначення "-" має сенс теоретико-множинного віднімання: $d(a,b) = a - s = a \cap \bar{s}$ та $d(b,a) = b - s = b \cap \bar{s}$. Таким чином, норми відстаней (відмінностей) або відносин між двома об'єктами не рівні один одному. Вірно і інше - норми схожості двох об'єктів у загальному випадку не дорівнюють один одному: $\frac{s(a,b)}{a} \neq \frac{s(b,a)}{b}$.

Законодавча, виконавча і судова влада формують основні види відносин в суспільстві. Судова влада виконує роль хог-операції для перевірки та затвердження відносин.

Існує три рівні кіберсоціального комп'ютерного: 1) Проектування відносин-законів між громадянами, чим займається законодавча влада. 2) Тестування відносин-законів між громадянами, чим займається законодавча, виконавча влада і громадяни. 3) Імплементация відносин-законів у громадянське суспільство, чим займається виконавча влада. Судова влада служить для визначення функції належності або заходу відносин кожного соціального випадку до існуючих, вже описаних, законодавчих паттернів, які діляться на три пули: позитивні патерни, негативні і ще не визначені. Останні соціальні випадки відправляються експертам законодавчої влади для створення під них нових правил-патернів, що доповнюють перші два патерни. Кожен патерн-еталон має формат смарт-контракту (факт - оцінка - дія). Головна перевага і функція кіберсоціального комп'ютерного в області кримінального права - не покарати злочинця, а попередити намір - виникнення кримінального факту, завдяки аналізу кіберпростору

і формуванню необхідних запобіжних актюаторних впливів на адресу потенційного порушника моралі або закону.

Метрикою для розпізнавання негативних соціальних актів і подальшого їх запобігання може бути функція належності. Насправді функція належності визначає метричне ставлення соціального явища до закону (одного з існуючих законодавчих актів-патернів): $\mu(X_i, \Delta) = 1 - \frac{|X_i - \frac{1}{2}(L_j^{\max} + L_j^{\min})|}{\frac{1}{2}(L_j^{\max} - L_j^{\min})}$.

Функція належності визначає відстань (відношення) деякої соціальної дії до існуючого стандарту, заданого інтервалом відносин:

$$\Delta = L_j^{\max} - L_j^{\min}.$$

Кластеризація соціальних актів по функції належності і потрапляння X_i до інтервалу кримінальних актів Δ виконується за вирішальною формулою:

$$[\mu(X_i, \Delta) > 0] \rightarrow T_j = .[K_i, \mu_i].$$

Тут апріорі всі соціальні випадки маркуються позитивно $T_j = [K_i, 0]$, які стають кримінальними, якщо функція належності, обчислена раніше, більш нуля $\mu(X_i, \Delta) > 0$.

Функція належності, як метрика відносин двох об'єктів, визначається шляхом обчислення параметрів подібності (s) - відмінності (d):

$$\begin{aligned} \mu(a, b) &= \frac{s}{a} = \frac{a \cap b}{a}; \quad \mu(b, a) = \frac{s}{b} = \frac{a \cap b}{b}; \\ \mu(a, b) &= \frac{|s|}{|a|} = \frac{|a \cap b|}{|a|}; \quad \mu(b, a) = \frac{|s|}{|b|} = \frac{|a \cap b|}{|b|}; \\ \mu(X_i, F_j) &= \frac{|s|}{|X_i|} = \frac{|X_i \cap F_j|}{|X_i|}; \\ \mu(F_j, X_i) &= \frac{|s|}{|F_j|} = \frac{|X_i \cap F_j|}{|F_j|}. \end{aligned}$$

На рис. 4 показані приклади обчислення функцій належності, які характеризують асиметрію відносин двох об'єктів, представлених безліччю параметрів.



$$a = 5, b = 10, s = 3 \rightarrow \mu(a, b) = \frac{|3|}{|5|} = 0,6;$$

$$\mu(b, a) = \frac{|3|}{|10|} = 0,3;$$

$$a = 5, b = 5, s = 0 \rightarrow \mu(a, b) = \frac{|3|}{|5|} = 0,60;$$

$$\mu(b, a) = \frac{|3|}{|5|} = 0,0;$$

$$a = 5, b = 10, s = 5 \rightarrow \mu(a, b) = \frac{|5|}{|5|} = 1,0;$$

$$\mu(b, a) = \frac{|5|}{|10|} = 0,5.$$

Рис. 4. Приклад асиметрії взаємодії множин

У загальному випадку, різноманітність відносин об'єктів (множин) може бути представлено дев'ятьма варіантами, зображеними на рис. 5, де також показані діаграми функцій належності, що залежать від співвідношення потужностей параметрів взаємодіючих процесів або явищ.

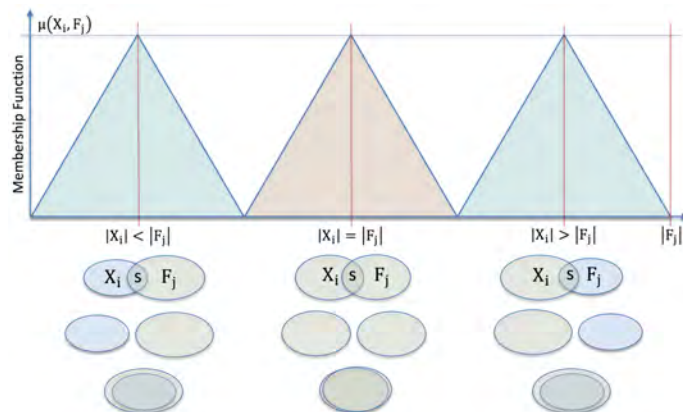


Рис. 5. Діаграми варіантів обчислення функцій належності

Макроструктура, що комбінує два контури комп'ютигу: проектування і функціонування, з'єднані по лінії «продукція - смарт контракти» (рис. 6).

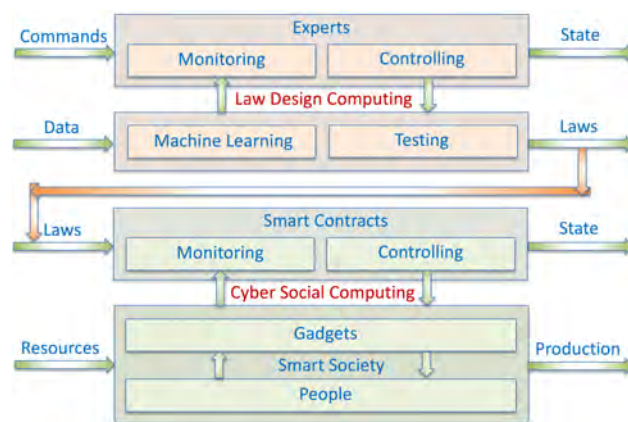


Рис. 6. Макроструктура двох контурів комп'ютигу

Кіберсоціальний комп'ютинг не повинен бути закритою корпорацією-системою. Він повинен мати входи і виходи в зовнішнє середовище для обопільного впливу один одного. Тому два види комп'ютигу, представлені вище, мають вільні (резервні) входи і виходи, включаючи вхід-вихід з'єднання двох автономних комп'ютигових систем один з одним [21-29]. Перша фаза комп'ютигу використовує ML-технологію для безперервного навчання на потоках соціальних процесів. Навчання тут є фаза створення функціональних логічних елементів, коли на будь-який вхідний вплив від $2^{**}n$ змінних будується або

визначається двійковий багатозначний стан виходу. При цьому використовується система експертів, які коригують функціональності розпізнавання на основі метрики подібності-відмінності об'єктів і життєвого досвіду. Після навчання виконується тестування отриманої функціональності на представницькій вибірці вхідних соціальних впливів, зі свідомо відомими станами виходів. Вихід придатної продукції (Yield) передбачає 95% коректних відповідей на тестових вхідних впливах. Потім спроектований ML-комп'ютер у вигляді софтверних додатків smart contracts, що створюють функціональності в форматі: «факт - оцінка - дія», надходить в експлуатацію, але вже як Cyber Social Computing [30-32]. Останній призначений для квазіоптимального управління кожною людиною і соціальними групами на основі вичерпного інтерактивного онлайн моніторингу в форматі 24/7. Дана архітектура кіберсоціального комп'ютингу є не що інше, як взяті з комп'ютерної інженерії технології «Design and Test» and «Classical Computing», призначені для проектування, тестування і подальшого використання цифрових спеціалізованих детермінованих обчислювальних пристроїв для вирішення всіх завдань у соціальній сфері діяльності людини. Тут вирішується проблема або протиріччя, пов'язане з практичною відсутністю загальних полів діяльності фахівців-комп'ютерників і юристів-соціологів. Перші все знають про точне управління обчислювальним процесом, але не обізнані технологіями ручного управління суспільством на підставі існуючого законодавства. Другі є фахівцями в області законотворчості і її практичного застосування, але й гадки не мають про переведення теорії і практики юриспруденції в формат human-free смарт контрактів і кіберсоціального комп'ютингу (рис. 7), тестування і подальшого використання цифрових спеціалізованих детермінованих обчислювальних пристроїв для вирішення всіх завдань у соціальній сфері діяльності людини.



Рис. 7. Цифровізація суспільства:
Sociology + Computing = Cyber Social Computing

Таким чином, цифровізація - це процес перекладу суспільних відносин у формат програмних додатків або хмарних сервісів, що функціонують без участі чиновника в онлайн режимі 24/7 в цілях вичерпного моніторингу і точного управління кожною людиною для підвищення якості життя і збереження екології планети. Існує також освітня

проблема, пов'язана з відсутністю в університетах підготовки фахівців, які об'єднують знання в галузі соціології та комп'ютерингу для досягнення цілей точного цифрового керування спільнотою. Наукова проблематика роботи полягає у вирішенні протиріччя між високим рівнем об'єктивного автоматичного комп'ютерного управління технологічними процесами (технічними об'єктами) і низьким рівнем суб'єктивного ручного управління соціальними процесами і явищами шляхом імплементації точних моделей і методів цифрового управління на основі вичерпного моніторингу в практику соціології і життя кожної людини. Далі представлені стратегічна мета і головні завдання дослідження соціального комп'ютингу.

Мета - істотне підвищення якості життя і збереження екології планети шляхом розробки нових моделей і методів кіберсоціального комп'ютингу, що включає механізми точного цифрового управління соціальними процесами і явищами, на основі вичерпного метричного моніторингу та інтелектуального аналізу великих потоків даних в кіберпросторі.

Цифровізація - процес переходу до детермінованого хмарного онлайн управління технічними, біологічними і соціальними об'єктами в рамках культури кібер {фізичного, соціального} комп'ютингу на основі точного моніторингу та інтелектуального аналізу їх діяльності в часі і просторі, завдяки тотальній цифровій ідентифікації. Компактно цифровізація є «ідентифікація, моніторинг і управління» з визначенням «цифрові» (рис. 8). Можливий мінус цифровізації - втрата приватності.



Рис. 8. Кіберкультура цифровізації процесів і явищ

Щодо демократичних відносин для розвитку людства. Аксиома: демократія - ворог розвитку людства. Складні питання вона вирішує невірно, а прості - затратно. Метрика і наслідки демократії, як соціальної технології прийняття рішень на основі домінування більшості: 1) Породження фашизму, нацизму, расизму, які є обов'язковими компонентами всеїдної мультикультури демократії. 2) Мультивекторна демократія направлена

проти цілеспрямованого розвитку людства. 3) Заперечення завжди домінуючою більшістю інновацій в науці, освіті, творчості. Конструктивна альтернатива демократії - авторитарне точне метричне цифрове кіберуправління.

Об'єкт дослідження - кіберкультура комп'ютингу для хмарного online управління соціальними об'єктами на основі точного моніторингу та інтелектуального аналізу їх діяльності в часі і просторі завдяки тотальній цифровій ідентифікації.

Предмет дослідження - моделі, методи, архітектури та механізми хмарного online управління соціальними об'єктами, пошуку інформації в потоках великих даних на основі машинного навчання алгоритмів, точного моніторингу діяльності суб'єктів у часі і просторі завдяки цифровій ідентифікації процесів і явищ в кіберпросторі.

Сутність дослідження - інтеграція технологій кіберфізичного комп'ютингу з моделями соціальних процесів для суттєвого підвищення якості життя і збереження екології планети завдяки розробці нових моделей, методів і механізмів точного цифрового управління соціальними процесами і явищами, на основі вичерпного метричного моніторингу та інтелектуального ML-аналізу великих потоків даних в кіберпросторі.

Завдання дослідження: 1) Створення метрики параметрів для оцінювання кіберсоціальних процесів з метою прийняття актуаторних адекватних дій. 2) Розробка макроархітектури комп'ютингу, що містить механізми моніторингу та управління кіберсоціальними процесами і явищами. 3) Створення кубітних моделей компактного опису функціональних елементів кіберсоціальних процесів. 4) Розробка онлайн методів пошуку і розпізнавання кіберсоціальних патернів у потоках великих даних на основі асиметричної метрики подібності-відмінності. 5) Створення цифрових схем паралельного виконання процедур класифікації і кластеризації потоків великих даних. 6) Тестування і верифікація запропонованих моделей, методів і додатків кіберсоціального комп'ютингу пошуку соціальних патернів.

3. Поняття і визначення social-комп'ютингу

Social-комп'ютинг - процес моніторингу та актуації соціально-виробничих метричних відносин в оцифрованій інфраструктурі управління і виконання соціальної групи для досягнення і візуалізації цілей у вигляді продукції або сервісів при виділених ресурсах.

Social-процес (SP) - спостерігається взаємодія механізмів управління та виконання в часі і просторі на основі моніторингу та актуації соціально-виробничих метричних відносин для досягнення мети у вигляді продукції або сервісів при виділених ресурсах.

Social -функціональність (SF) являє собою структуру взаємопов'язаних логічних елементів, яка забезпечує цифрову реалізацію еталонної поведінки об'єкта на заданій множині значень багатозначних S-змінних.

Social-змінна (SV) визначається упорядкованим універсумом примітивних значень, який формує проекцію поведінки об'єкта на векторі змінних, що створює social-функціональність.

Логічний social-елемент (SL) являє собою еталонне відображення значень багатозначної змінної в двійковий кубітний вектор, заданий на упорядкованому універсумі примітивних значень.

Значення (LV) змінної - унікальна примітивна властивість об'єкта, що має пустий перетин з іншими примітивами, який в суперпозиції з ними складає універсум.

Таким чином, проглядається структурована ієрархія введених понять, яка формує можливі архітектурні рішення social-комп'ютингу (SP - SF - SV: SL - LV) (рис. 9):

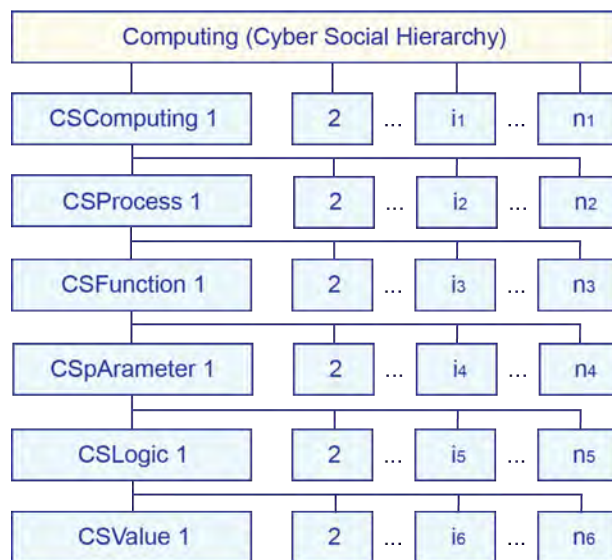


Рис. 9. Ієрархія social-комп'ютингу

SL-рівень архітектури характеризується синтезом логічної схеми, де кожен елемент має одну багатозначну реєстрову змінну, яка фактично представлена кубітним вектором, де число одиничних координат може бути більше одиниці. Дана властивість кубіта дає можливість створювати компактні структури даних social-функціональностей з метою їх паралельної обробки. Для виконання квантового методу моделювання на кубітних структурах даних необхідно унітарно закодувати вхідні символічні дані за допомогою таблиць універсумів значень, що відповідають кожній змінній.

Мінлива ототожнюється з ключовим словом-поняттям (keywords), яке найчастіше зустрічається в потоці вхідних даних. Набір таких keywords створює непересічну безліч змінних в social-процесі, де їх значення представлені синонімами ключових слів, які формують багатозначність змінної, як клас еквівалентності.

Сукупність змінних створює простір social-процесу, в якому визначаються еталонні, практично орієнтовані функціональності social-комп'ютингу у вигляді логічних кубітних схем для моделювання вхідних потоків даних, взятих із хмари, мережі, комп'ютерів або гаджетів компанії.

Мета - створення логічного кубітного процесора для паралельного моделювання та розпізнавання social-функціональностей у вхідних потоках великих даних, отриманих шляхом метричного моніторингу інфраструктурних компонентів компанії, для подальшого цифрового актюаторного управління ними.

Завдання пов'язані зі створенням моделі, методу і процесора кіберсоціального social-комп'ютингу, спрямованого на автоматичний синтез і аналіз кубітних логічних схем, орієнтованих на моніторинг, моделювання, розпізнавання і управління social-процесами і явищами:

- 1) Процесор кіберсоціального social-комп'ютингу на основі синтезу кубітних логічних схем для моніторингу, моделювання, розпізнавання і управління social-процесами.
- 2) Кубітно-векторна модель опису універсуму значень багатозначною змінною для синтезу логічного секвенсора, орієнтованого на аналіз social-процесів.
- 3) Кубітний метод синтезу логічної схеми для моделювання та розпізнавання social-функціональностей на основі унітарного кодування значень багатозначної змінної.
- 4) Кубітний метод аналізу social-процесів на основі використання еталонних логічних елементів social-функціональностей з унітарним кодуванням багатозначних змінних.
- 5) Тестування і верифікація кубітних моделей і методів social-комп'ютингу на прикладах аналізу і розпізнавання процесів у вхідних потоках великих даних, пов'язаних з кіберфізичним відображенням діяльності компанії, організації, університету.

4. Кубітні форми опису процесів і явищ

Визнаючи потенційний вплив квантової технології, уряд США прийняв законодавство для координації і прискорення квантових досліджень [33]. За останні кілька років квантові напрямки отримали істотний прогрес в обчисленнях, криптографії, зв'язку та датчиках. Екосистема квантових компаній розвивається, спираючись на до-

слідження університетів і національних лабораторій і працюючи в партнерстві з деякими з найбільших світових ІТ-компаній для просування і комерціалізації квантових досліджень і розробок. У довгостроковій перспективі універсальний квантовий комп'ютер може зламати більшість видів шифрування, що використовуються в даний час, піддаючи ризику всі види конфіденційності військової і цивільної інформації. Квантові технології тягнуть також серйозні економічні наслідки. Як частина набору інструментів для хмарних паралельних обчислень, квантові комп'ютери можуть допомогти компаніям, дослідникам і урядам відповісти на питання розробки ліків, логістики та оптимізації трафіка. Постквантова криптографія допоможе сформувати захисну зброю в боротьбі за кібербезпеку.

Решта світу не розуміє потенційні військові та економічні вигоди квантового лідерства: Європейський Союз, Канада, Австралія, Ізраїль, Японія та інші країни зробили значні інвестиції в квантові дослідження і розробки протягом останніх 20 років. Однак жодна країна не інвестує так багато, як Китай, який витратить 10 мільярдів доларів США на будівництво національної лабораторії квантових інформаційних наук.

Переваги квантового комп'ютингу [34]. Позиційні числа забезпечують експоненціальну перевагу перед їх унарними уявленнями. Унарне уявлення мільйона використовує мільйон символів, а позиційне вимагає $\log_{10}(1000000) = 7$ чисел. Квантовий чип, який має $n = 72$ кубіти ставиться у відповідність суперкомп'ютеру USA Summit, де розмірність таблиці істинності має експонентну залежність від числа $n = 72$. Раніше, 20 років тому, не було можливості запустити цікавий квантовий алгоритм на обладнанні. Були розроблені алгоритми для додатків, що вимагають мільйони кубітів, коли фізики зробили пристрій на кілька кубітів. Тепер є апаратне забезпечення, здатне запускати алгоритми зменшеного масштабу (сотні і тисячі кубітів) і отримувати результати, які дають впевненість в масштабованості алгоритмів на мільйони кубітів. Аналогічно, можна створювати і емулювати на класичних комп'ютерах паралельні алгоритми, що оперують кубітними структурами даних, які також можна буде масштабувати на завдання великої розмірності при наявності ринкових потужних квантових обчислювачів (рис. 10).

Квантові обчислення - це тип неklasичних обчислень, заснований на квантовому стані субатомних частинок, які представляють інформацію у вигляді елементів, що позначаються як квантові біти або «кубіти». Уявити різницю між традиційними і квантовими комп'ютерами можна на основі порівняння способів прочитання гігантської

бібліотеки книг. Класичний комп'ютер буде читати кожну книгу в бібліотеці послідовним способом, квантовий комп'ютер буде читати всі книги одночасно. Квантові комп'ютери здатні теоретично обробляти мільйони байтів одночасно. Квантові обчислення у формі комерційно доступного і надійного сервісу трансформують деякі галузі. Реальні додатки варіюються від персональної медицини до оптимізації розпізнавання образів. Квантова технологія все ще перебуває в розвитку. Це означає, що настав час для вчених і компаній краще зрозуміти потенційні квантові додатки і розглянути наслідки для безпеки кіберпростору. Уже сьогодні конкретні квантові паралельні алгоритми можуть дати істотну перевагу в швидкодії, які можуть бути імплементовані в квантові комп'ютери до 2022 року [32].

Блокчейн - це тип розподіленої (бази) бухгалтерської мережі даних, яка формує хронологічно впорядкований список криптографічно підписаних, безвідкличних транзакційних записів, якими обмінюються всі учасники мережі з децентралізованою моделлю консенсусу. Блокчейн дозволяє компаніям відстежувати транзакції і працювати з ненадійними сторонами без використання централізованої ланки управління (банку). Це значно зменшує колізії в бізнесі і сьогодні має застосування в області фінансів, державного управління, охорони здоров'я, виробництва, маркетингу, постачання. Блокчейн може потенційно знизити витрати, скоротити час розрахунків і поліпшити рух грошових коштів. Вже сьогодні підприємства починають оцінку технології, оскільки до 2030 року блокчейн передбачає створити бізнес-продукцію в розмірі 3,1 трильйона доларів США.

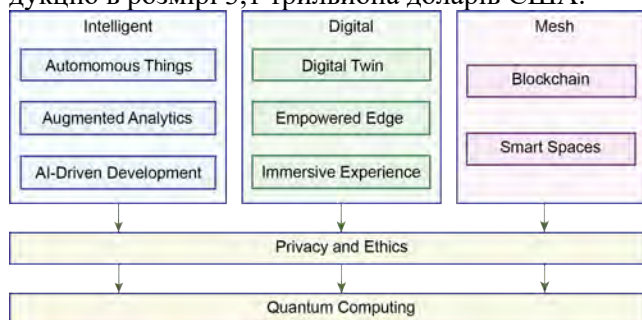


Рис. 10. Базові дізрапорні технології

Визначення «квантовий» характерне не тільки для субатомних структур, взаємодіючих за моделлю (комплексних) у гільбертовому просторі квантової механіки. Таке визначення в даний час носить глобальний характер і імплементується в усі сфери людської діяльності.

Вчені і практики планети створюють сьогодні новий квантовий технологічний уклад, який формується скелетом класичних наук, представленим квантовою електродинамікою, механікою, фізикою та математикою, на якому успішно приростають і розвиваються нові дисципліни і галузі

знань: квантовий комп'ютинг, квантові структури даних, квантові схеми, квантові алгоритми, квантова логіка, квантове моделювання схем, квантові групи, квантове моделювання (quantum computer modeling - IEEE Xplore 3436), квантові розподілені системи, квантова інформація, квантові телекомунікації, квантові системи, квантові точки, квантова метрологія, квантова радіотехніка, квантові комп'ютерні науки, квантова криптографія, квантова телепортація, квантова компресія даних, квантова пам'ять, квантова фотоніка, квантова оптика,

Quantum computer modeling & quantum-driven algorithm everywhere [17, 27], як інженерне рішення, використовує технологічну ідею-скелет квантового змішування і суперпозиції для синтезу продуктивних паралельних алгоритмів memory-driven комп'ютингу в усіх сферах людської діяльності.

Ефективність квантових обчислень на класичному комп'ютері визначається метрикою паралельного рішення комбінаторних задач на кубітних структурах даних за рахунок ускладнення алгоритмів і збільшення пам'яті для зберігання унітарних кодів.

Квантовий комп'ютинг оперує двома базовими технологічними операціями: суперпозиція і перепутування, яким ставляться у відповідність логічні операції функціонально повного базису: диз'юнкція і інверсія в класичному обчислювачі. Основа квантової технології визначається квантовою невизначеністю електронів, суперпозиція яких дає можливість отримати в одній точці простору універсум кінцевого числа примітивних сигналів, включаючи нуль і одиницю. Ізоморфним аналогом виступає дискретна невизначеність Кантора $X = \{0,1\}$, яка використовується для отримання компактних форм структур даних, а також для паралельного виконання теоретико-множинних операцій при унітарному кодуванні елементів універсуму.

Приклад quantum-driven алгоритму: знайти в безлічі елементів Q число X або визначити належність $X \in Q$. Рішення зводиться до перебору порівнянь числа X з усіма числами масиву Q , кількість яких одно n . Обчислювальна складність такої процедури дорівнює $C = n$. Квантове рішення даної задачі зводиться до унітарного кодування всіх чисел з метою синтезу структури даних у формі одного вектора в форматі універсуму-безлічі чисел, де кожному з них відповідає середнє арифметичне значення координати, адреса якої дорівнює числу, присутньому в множині. Після цього виконується операція: if $Q(X) = 1$ then $Y = 1$, або простіше $Y = Q(X)$, де i є число, яке підлягає визначенню належності $X \in Q$. Значення $Y = 1$ є індикатором належності числа до заданого

безлічі: $X \in Q$. Обчислювальна складність процедури пошуку числа в множині пов'язана з побудовою кубітного вектора, на що витрачається n операцій, і з виконанням логічної перевірки вмісту комірки за адресою-числа, що надійшло на вхід квантового секвенсора: $C = n + 1$. Дійсно, разове використання такого обчислювача не дає збільшення швидкодії. Однак багато разів (m) повторена процедура пошуку числа в неврегульованому масиві при великих значеннях m призводить до одиниці обчислювальної складності алгоритму, включаючи первинне ініціювання вектора унітарних кодів чисел. Даний факт дає підстави вважати обчислювальну складність процедури по багаторазовому пошуку числа в масиві рівну одиниці: $C = (n + m) / m$.

Приклад визначення належності деякої підмножини елементів X множині Q . *Рішення.* Після унітарного кодування елементів обох множин виходять два вектори однакової довжини. До них застосовуються лише три векторно-регістрових паралельних операції (not, and, or):

$$Y = \vee[(X \wedge Q) \oplus X] = \vee[(X \wedge \neg Q)],$$

які разом з препроцесінгом унітарного кодування мають обчислювальну складність, дорівнює $C = 2n + 3$. Класичний варіант вирішення даної задачі має обчислювальну складність, яка дорівнює

$$C = (1/2) * (n-1) ** 2.$$

Вже при $n = 7$ квантовий або кубітний метод починає вигравати в продуктивності рішення даного завдання перед класичним.

5. Кубітні моделі кіберсоціального комп'ютингу

Пропонуються архітектури і класичні структури, пов'язані з кіберфізичним соціальним комп'ютингом (метричний моніторинг і цифрове управління), спрямованим на прийняття рішень, пошук і ідентифікацію великих даних, визначення функцій належності вхідних даних до заданого процесу чи явища на основі введеної метрики визначення відстаней. Всі моделі орієнтовані на схемотехнічну реалізацію методів і алгоритмів online моделювання з метою вироблення human-free адекватних автоматичних актюаторних впливів.

Кожен бізнес-параметр може мати свою альтернативу значень в позитиві і негативі (мультиверсність також допускається), тоді їх число подвоюється. Але можна використовувати тільки позитивні зразки, засновані на конструктивних параметрах або атрибутах. Такі образи - логічні процесори - формують еталонні якості бізнес-процесів, а також явищ, таких як: керівник, менеджер, вчений, професор, конструктор, учитель, художник, лікар, артист, спортсмен.

Квантові технології паралельних обчислень ефективно використовуються для вирішення

комбінаторних проблем, емулюючи обчислення на класичних комп'ютерах [14-17]. З іншого боку, таблиці істинності або кубітні покриття для опису логічних елементів є неминущими ефективними структурами даних для вирішення проблем соціального комп'ютингу і пошуку необхідних даних [18-19]. Автоматичний синтез кубітних покриттів функціональностей є одним з основних важко формалізованих завдань, без якого неможливо виконувати аналітику великих даних [21-31]. Для цих цілей далі вводиться аналітична модель W кубітно-логічного процесора кіберсоціального бізнес-комп'ютингу, яка оперує двома матрицями: універсумів U примітивів і кубітних функціональностей Q , а також логічними примітивами L :

$$W = (U, Q, L),$$

$$U = (U_1, U_2, \dots, U_i, \dots, U_n);$$

$$\bigcup_{i=1}^n U_i = U; U_i \cap_{i,k=1,n} U_k = \emptyset;$$

$$Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_n);$$

$$\bigcup_{i=1}^n Q_i = Q; Q_i \cap_{i,k=1,n} Q_k = \emptyset;$$

$$Q_i = (Q_{i1}, Q_{i2}, \dots, Q_{ij}, \dots, Q_{im}); Q = [Q_{ij}];$$

$$U_i = (U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{ij}, \dots, U_{im}); U = [U_{ij}];$$

$$L = f[Q] = (Q_1 \circ Q_2 \circ \dots \circ Q_i \circ \dots \circ Q_n)$$

$$\circ = \{\wedge, \vee, \oplus\};$$

$$U_{ij} \in U_i \in U; Q_{ij} \in Q_i \in Q; Q_i \in U_i; Q \in U;$$

$$Q_{ij} = 1 \leftarrow \max \mu(R, U_{ij}).$$

Метрика-універсум U тут виконує роль еталонного зразка для порівняльного аналізу еталона з вхідним потоком даних $R = X$, що реалізується за допомогою аналізатора-компаратора, що видає максимальне значення функції належності, яке трансформується в одиницю на відповідній координаті одного з кубітів: $Q_{ij} = 1 \leftarrow \max \mu(R, U_{ij})$.

Архітектура метричної взаємодії U -матриці універсумів з потоком вхідних великих даних R для обчислення функцій належності $\mu(R, U)$, з метою отримання Q -матриці значень і подальшого L -об'єднання кубітів у комбінаційну схему кіберсоціального процесора, представлена на рис. 11.

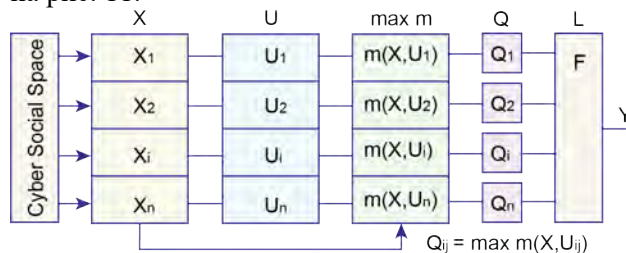


Рис. 11. Архітектура для синтезу social-процесора Тут вхідний потік модельованих великих даних R має такий же формат, як U -, Q -матриці і комбінаційна схема кіберсоціального процесора.

Алгоритм синтезу Q-матриці полягає у визначенні максимального значення функції належності вхідного фрейму розглянутої змінної до одного із значень відповідного рядка матриці універсумів. В результаті такого порівняння по всіх координатах U-матриці формуються поодинокі координати кубітної матриці, де кожен рядок являє собою примітивну функціональність по розглянутій змінній. Разом всі рядки Q-матриці створюють комбінаційну схему логічного соціального процесора для моделювання будь-якого вхідного впливу з метою визначення його належності до даного еталону соціального процесу або явища.

Процедура синтезу кубітів необхідна для аналізу бізнес-потоків даних шляхом використання логічних бізнес-еталонів. Фрагменти даних надходять на входи одного або декількох логічних елементів, що формують метрику бізнес-процесу:

$$U_{ij} \in U_i \in U; Q_{ij} \in Q_i \in Q; Q_i \in U_i; Q \in U;$$

В результаті моделювання вхідного потоку великих даних формуються бінарні значення переваг еталона в кубітному векторі кожного логічного елемента, відповідного одному параметру. Для цього використовується метричний вимір функції належності вербальних даних до кожного значення наперед заданого універсуму примітивів логічної змінної. Так автоматично створюються кубітні зразки social-функціональності.

Формування повної безлічі параметрів-змінних social-процесу або явища також пов'язано з аналітикою великих даних, спрямованою на отримання ключових понять-слів, максимально віддалених один від одного по метриці (кодовій відстані) класів еквівалентності, і покривають всі social-змінні життєдіяльності компанії. Слід зауважити, що універсум примітивів ототожнюється з класом непересічних еквівалентностей, що створюють всі можливі значення даної змінної-класу в той час, як сукупність еквівалентних класів відповідає універсуму змінних вищого рівня ієрархії. Дані властивості використовуються при аналітичному синтезі універсуму змінних, що покривають цифровий образ social-процесу компанії гранями, які формують еталон-функціональності процесу або явища.

Наприклад, необхідно синтезувати віртуального асистента (virtual assistant) або цифрового двійника (digital twin), або розумного робота (smart robot), який буде реагувати на зовнішні вхідні дані як конкретний співробітник компанії. Алгоритм для створення аватара містить такі кроки: 1) Синтез універсуму змінних-примітивів, що покривають всі функціональності social-процесу. 2) Синтез U-матриці універсумів значень-примітивів, що покривають всі можливі варіанти кожної змінної, в рамках social-процесу або

явища. 3) Синтез Q-матриці конкретних значень-примітивів у форматі кубіт-вектора кожної змінної в рамках social-процесу або явища. 4) Перевірка отриманої U-матриці універсумів social-процесу або явища на повноту і примітивізм змінних і значень.

Після синтезу кубітних векторів за всіма параметрами в Q-матриці всі значення виходів кубітних елементів надходять на входи інтегратора L, що працює по функції and (може бути і інша функція, наприклад, not-and), який видає два значення {1,0}: позитивний або негативний результат моделювання, який можна інтерпретувати як бінарну функцію належності до еталону-функціональності, формує, наприклад, властивості social-процесу.

Таким чином, logic-процесор, синтезований на основі використання Q-матриць квантових структур даних, здатний online моделювати будь-які social-процеси і явища, недоступні сьогодні для класичного комп'ютингу в базисі традиційних логічних елементів, зважаючи на складність формалізації поведінки людини або соціальної групи для синтезу цифрових моделей -схем.

Формалізм створення еталон-схеми для соціального процесу або явища полягає у визначенні числа істотних параметрів, де всередині кожного з них генерується безліч значень, унітарно кодованих для синтезу кубітного вектора логічного елемента. Логічні примітиви, відповідні істотним параметрам, об'єднуються за функціями (and, or, not, xor), які регулюють взаємні відносини між параметрами для формування кінцевого результату про валідність вхідного процесу або явища по відношенню до одного або декількох стандартів. Social-комп'ютинг може бути представлений як кібер-фізична система інтелектуального хмарного управління social-процесами на основі точного цифрового моніторингу: розумної електронної інфраструктури; співробітників компанії, оснащених комп'ютерами та персональними гаджетами; транзакцій і процесів, заданих в часі і просторі. Структура системи social-комп'ютингу представлена трьома взаємодіючими макрокомпонентами: хмарне прання, електронна social-архітектура, кіберфізичний простір (рис. 12).

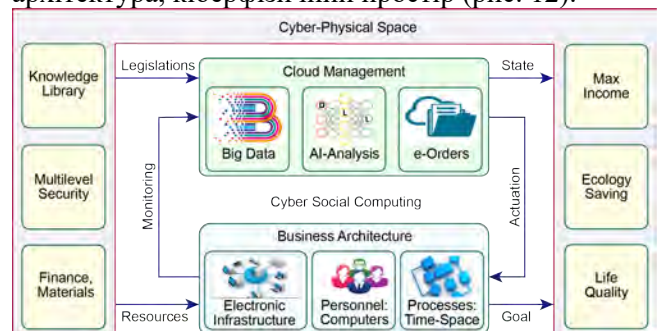


Рис. 12. С-комп'ютинг моніторингу та управління процесами

Хмарні компоненти-сервіси управління працюють за схемою: факт - оцінка - дія. Тут виконується зняття великих даних з різних розумних сенсорів і комп'ютерів, інтелектуальний аналіз даних на основі CNN, DNN, ML. Останнім компонентом хмарного сервісу є формування цифрових актуаторних впливів, орієнтованих на безпаперове управління інфраструктурами, компонентами, кадрами і кіберфізичними social-процесами для досягнення мети (Goal) у вигляді отримання максимального прибутку, збереження екології планети і забезпечення високої якості життя співробітників. Вся система social-комп'ютерингу безпосередньо взаємодіє з кіберпростором або інтернетом, який обов'язково є входом і виходом для створюваної структури. Крім того, входами є Legislations, які формують відносини в компанії, а також Resources у вигляді фінансів і матеріалів, необхідних для створення продукції та / або сервісів. Важливим виходом системи є State, який ідентифікує стан розвитку організації, імідж компанії у вигляді економічних і соціально-значущих показників.

Social-комп'ютеринг є технологією ефективного хмарного управління компанією для істотного зниження накладних непродуктивних витрат і підвищення прибутку, яка характеризується оперативним online моніторингом процесів і відділів на основі використання сучасної кіберкультури, що включає: IoT, Cyber Physical Systems, Cloud Computing, e-Infrastructure, Big Data Analytics, Artificial Intelligence, Blockchain smart contract, e-Document Circulation and Internet.

Принципи реалізації: 1) Моніторинг співробітників за допомогою впровадженого агента в умовах інваріантності робочого місця по відношенню до геопозиції. Людина працює в подорожах, на відпочинку, в офісі. 2) Необхідне підключення всіх гаджетів і комп'ютерів працівника для створення повної картини його робочого і неробочого часу. Виникає сервіс самооцінки поведінки людини протягом доби: що він зробив, чого можна не робити, що не зроблено. 3) Моніторинг всіх пристроїв, пов'язаних з працівником, для інтелектуального аналізу і подальшого управління структурними компонентами бізнесу, дає можливість оперативно приймати рішення по реконфігурації social-процесів у реальному часі. 4) Моніторинг, замкнений на online управління, без активної участі керівника. У цьому сьогодні головне і ще не вирішене завдання IoT-бізнесу.

Моніторинг без актуаторних впливів, що виробляються кіберфізичною human-free бізнес-системою, не представляє ринкового інтересу з позиції сучасної кіберкультури. Рішення проблеми цілком очевидне - створення бізнес-системи моніторингу, але головне - online управління

бізнес-процесами на основі створення розумних алгоритмів або смарт-контрактів, що програмують легітимні відносини в компанії, державі. Програмний код реалізує тріаду соціальних подій, без участі чиновника: факт - оцінка - дія, яка модельно зводиться до кодування алгоритму обробки вхідних даних для отримання вихідних актуаторних впливів, спрямованих на компоненти інфраструктури бізнесу, що виконується в рамках технологічного укладу IoT. Компонентами бізнес-системи є: 1) Відносини, прийняті в компанії (державі) на основі існуючого законодавства, статуту (конституції), наказів, традицій, історії, культури. 2) Мета та / або напрямок руху компанії, що зрозумілі для ринку і мобілізують співробітників для якісного виконання завдань. 3) Цифровий менеджмент або управління компанією - секретний ключ ринкового успіху, - обов'язково використовує хмарні сервіси, максимально виключає участь людини в моніторингу виробничих процесів і подальшому прийнятті рішень. 4) Інфраструктура підприємства, що забезпечує комфортні умови для конструктивної роботи, якісного харчування та активного відпочинку в форматі 24/7: onsite & remote online. 5) Кадри, що створюють ринкову продукцію та послуги, - головне надбання або інтелект будь-якої компанії, який оцінюється симетричною різницею компетенцій співробітників [17]:

$$I = \bigoplus_{i=1}^n P_i = \bigcup_{i=1}^n P_i \leftarrow P_i \cap P_j = \emptyset;$$

$$I = \bigwedge_{i=1}^n P_i = \bigcap_{i=1}^n P_i \leftarrow P_i = P_j.$$

6. Кубітно-кодовані структури даних.

Сигнатурний аналіз

Інтерес представляє проблема аналізу великих даних з метою встановлення нових бізнес-функціональностей на природному тлі вже певних. Аналогічна задача була вирішена в Лабораторії Касперського (ЛК) і вирішується досі засобами роботів і експертів в області malware and virus аналітики. Тут використовується сигнатурний аналіз, адаптований до вірусної аналітики, який дозволяє мати досить компактний код-сигнатуру деструктивності з метою високопродуктивної ідентифікації в потоці великих даних старих вірусів. Це дає можливість акцентувати увагу робота-експерта на детальному аналізі нових деструктивностей з метою їх подальшого блокування. Перекладаючи згадану сигнатурну технологію на рішення проблем бізнес-аналітики, слід зазначити важливість отримання компактної таблиці бізнес-функціональності, інваріантної до часу. Першим кроком в цьому напрямку є мінімізація таблиці унітарного кодування бізнес-функціональності за дозволеними логічними пра-

вилами (суперпозиція), які дають можливість отримати один стовпець, що ідентифікує бізнес-функціональність. Структурні протиріччя при об'єднанні координат стовпців унітарно-кодіваної матриці відсутні. Природно, що в результаті чому стовпці-сигнаурі буде втрачена структурна інформація про порядок виконання сервісу, що є платою за компактність і швидкодію по ідентифікації стовпців бізнес-функціональності. Однак структурна інформація не стирається і може бути затребувана в разі необхідності. Теоретичним підтвердженням і обґрунтуванням запропонованої суперпозиційної інновації зі стиснення стовпців в один є той факт, що кодування будь-якої таблиці істинності двома і навіть одним кубітним вектором, отриманим за допомогою суперпозиції унітарних кодів вхідних впливів будь-якого, як завгодно складного цифрового пристрою, робить можливим розробку алгоритмів паралельного аналізу цифрових систем на кристалах (рис. 13).

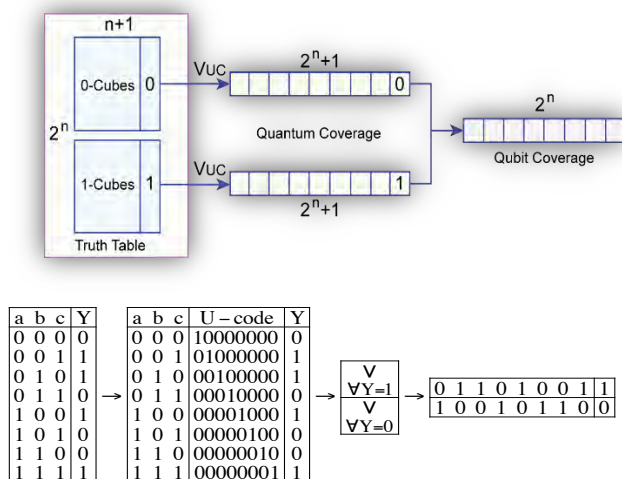


Рис. 13. Унітарне кодування універсуму примітивів по кожній змінній

Обмеження: всі атрибути в матриці унітарного кодування, що підлягають суперпозиції по конкретних даних, повинні бути незалежними один від одного. Суперпозиція стовпців унітарної матриці дає можливість отримати покриття всіх атрибутів-змінних одиничними значеннями різноманітності даних. Якщо одиницями покриті в повному обсязі значення атрибутів, то існує некоректність в аналізі та кодуванні даних по конкретному атрибуту. У масштабах метрики значень інтегральний стовпець бізнес-функціональності завжди буде являти собою підмножину з нульових і одиничних координат на тлі повністю одиничних значень інтегрального стовпчика універсуму $P \in R$ if $P \cap R = P$.

Суперпозиційна модель представлення бізнес-функціональності інваріантна на часі. Ідея класифікації полягає в порівнянні великих даних з ін-

тегральним вектором, який виходить шляхом суперпозиції або об'єднання всіх стовпців бізнес-функціональності:

$$P = \bigcup_{i=1}^n P_i.$$

Процедура ідентифікації зводиться до операції перетину між стовпом водних даних і інтегральним стовпцем бізнес-функціональності:

$$S \in P \Leftrightarrow S \cap P = S,$$

яка повинна бути рівна вектору вхідних даних. Природно, виникнуть ситуації, коли не буде виконуватися наведена вище умова за всіма порівняннями за допомогою стовпців бізнес-функціональності. Тоді слід керуватися правилом домінування мінімальної кодової відстані по Хемінгу:

$$S_i \in P_j \Leftrightarrow \min_{j=1}^m (S_i \cap P_j = \emptyset), i = \overline{1, n};$$

$$S_i \in P_j \Leftrightarrow \min_{j=1}^m (S_i \wedge P_j = 1), i = \overline{1, n}.$$

Для аналізу детермінованої двійкової моделі бізнес-функціональності існує ефективний апарат булевих похідних, який визначає істотність і неістотність змінних щодо формування вихідного значення функціональності. Якщо зміна стану змінної-атрибути не призводить до зміни функціональності, то така змінна є несуттєвою і її можна виключити з моделі бізнес-функціональності.

При вербальному завданні моделі бізнес-функціональності розробники використовують свій досвід і інтуїцію для формування екстра-функціональностей, дублюючих деякі істотні атрибути на моделі бізнес-функціональності. Дана в межах 100% надмірність може бути використана також для асерційної верифікації моделі бізнес-процесу. Сенс такої верифікації полягає в незалежному створенні і подальшому використанні порівнянні двох моделей, де перша - максимально точна за всіма параметрами, друга - створює картину станів істотних змінних. Асерції не несуть нової інформації про модель, але дають можливість уточнити наявність стану даних для істотних атрибутів бізнес-функціональності у певному часовому фреймі.

Моделна надмірність, як правило, є корисною для прискорення обчислювальних процесів завдяки диверсифікації структур даних. Наприклад, просторово-часова модель бізнес-функціональності за рахунок конволюції часу в точку може бути компактно представлена одним інтегральним стовпцем даних. Багатозначність параметрів бізнес-функціональності укладається в таку матричну модель:

$$P = [P_{ij}], i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m};$$

$$P = (P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n);$$

$$P_i = (P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{ij}, \dots, P_{im}).$$

Тут n - число рядків матриці бізнес-функціональності; m - кількість значень параметра P_i при її кодуванні. Для оптимізації бізнес-функціональності необхідно і достатньо використовувати відомі аксіоми алгебри логіки:

- 1) $a \vee a = a \Leftrightarrow 1 \vee 1 = 1$;
- 2) $a \vee ab = a(1 \vee b) = a \Leftrightarrow 1x \vee 11 = 1$;
- 3) $ab \vee a\bar{b} = a(b \vee \bar{b}) = a \Leftrightarrow 11 \vee 10 = 1x = 1$;
- 4) $abc \vee b = b$.

Логічні аксіоми трансформуються в закони теорії множин, де фігурують елементи в форматі унітарних кодів значень вхідних змінних:

- 1) $a \cup a = a$; $a \cap a = a$;
- 2) $a \cup ab = a(1 \cup b) = a \Leftrightarrow 1x \cup 11 = 1x = 1$;
- 3) $ab \cup a\bar{b} = a(b \cup \bar{b}) = a \Leftrightarrow 11 \cup 10 = 1x = 1$;
- 4) $abc \cap b = b \Leftrightarrow 111 \cap 010 = 010$.

Всі вербальні значення або частини істотних (додаткових) параметрів повинні бути унітарно і єдино-метрично закодовані з метою представлення координат матриці бізнес-функціональності двійковими векторами, які дають можливість в паралельному режимі визначати належність вхідного вектора одному або кільком стовпцям бізнес-функціональності шляхом застосування логічної процедури:

$$a \in ab \Leftrightarrow a \cap ab = a \rightarrow 10 \cap 11 = 10 \wedge 11 = 10.$$

У загальному випадку метрична взаємодія двох компонентів однієї розмірності може мати тільки п'ять випадків (рис. 14) [17]:

1) Належність чи рівність об'єктів один одному, якщо виконується умова:

$$a = b \Leftrightarrow a \cap b = \{a, b\} \rightarrow 10 \cap 10 = 10 \wedge 10 = 10.$$

2) Належність першого A другого m , якщо виконується умова:

$$a \in b \Leftrightarrow a \cap b = a \rightarrow 10 \cap 11 = 10 \wedge 11 = 10.$$

3) Належність другого m першому A , якщо виконується умова:

$$b \in a \Leftrightarrow a \cap b = b \rightarrow 11 \cap 10 = 11 \wedge 10 = 10.$$

4) Часткова належність об'єктів один одному, якщо виконується умова:

$$a \neq b \Leftrightarrow a \cap b \neq \{\emptyset, a, b\} \rightarrow 110 \cap 011 = 110 \wedge 011 = 010.$$

5) Неналежність об'єктів один одному, якщо виконується умова:

$$a \neq b \Leftrightarrow a \cap b = \emptyset \rightarrow 01 \cap 10 = 01 \wedge 10 = 00.$$

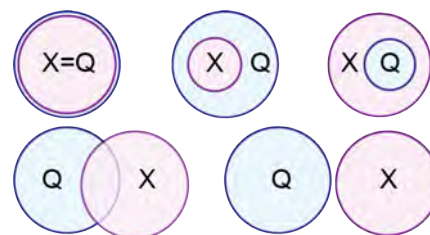


Рис. 14. Взаємодія даних по and-операції
Структурна карта модулів комп'ютерингу для аналізу С-процесів (рис. 15):

- 1) Синтез матриці істотних змінних.
- 3) Побудова унітарної матриці даних.
- 5) Декомпозиція унітарної матриці даних.
- 6) Синтез U-RPA (Robotic Process Automation) на основі застосування ML-технології до матриць С-функціональності.

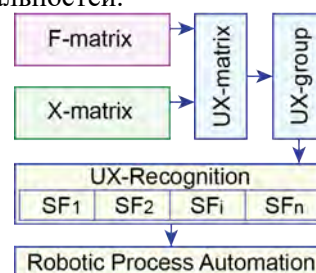


Рис. 15. Структура для аналізу social-процесів
Визначення унітарної матриці істотних змінних social-процесів і кодування всіх значень. *Рішення.* Організовується цикл по n змінним social-функціональності, де всередині створюється цикл за значеннями змінних і є ще один вкладений цикл, що перераховує всі існуючі бізнес-функціональності, які обробляються на предмет їх оригінальності (рис. 16). Таким чином, програмний модуль P-matrix, що містить три вкладених цикли, створює таблицю відповідності текстових значень істотних змінних їх десятковим номерам або унітарним кодам для подальшого аналізу social-процесів.

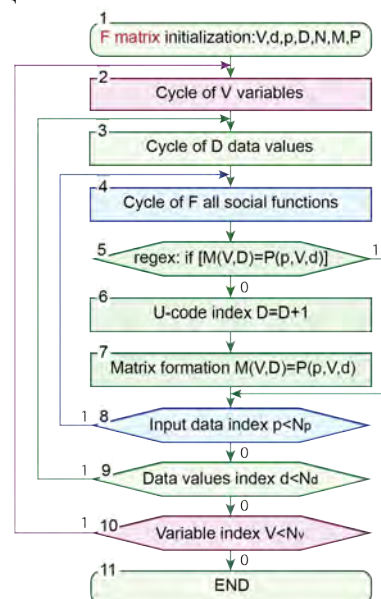


Рис. 16. Алгоритм формування матриці значень

7. Модель social-процесу на основі універсуму соціально-логічних примітивів

У загальному випадку задача формулюється як пошук і цифрова ідентифікація унікальних компонентів в текстовому фрагменті, якими можуть виступати літери, слова, пропозиції. Потім безліч унікальних компонентів, що складають у даному випадку універсум примітивів, виступає як метрика, щоб чисельно ідентифікувати всі компоненти, але вже в масштабі текстового фрагмента, цифровими (унітарними) кодами знайдених примітивів (рис. 17) [30,31].

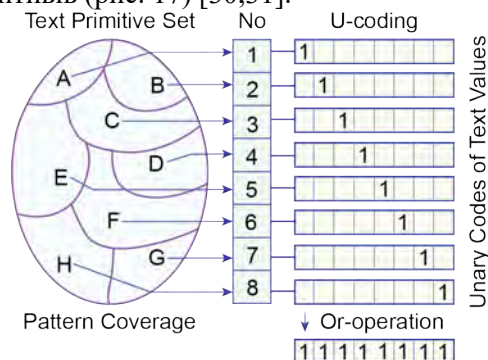


Рис. 17. Синтез унітарної моделі універсуму текстових примітивів

Таким чином, цифровізація моделі текстового фрагмента і подальший її аналіз формулюють такі завдання: 1) Визначення метрики або словникового запасу текстового фрагмента, рівного універсуму примітивних слів, що містяться в ньому. Універсум є моделлю покриття функціональності істотними компонентами, які фігурують в текстовому фрагменті. 2) Цифрове або унітарне кодування всіх метричних компонентів універсуму примітивів. 3) Ідентифікація компонентів текстового фрагмента цифровими (унітарними) кодами метричних примітивів. 4) Пошук повторень в кодованій моделі текстового фрагмента (пропозиції) з метою виключення одного представника з однакових сусідніх слів або їх заміни на синоніми, якщо вони не сусідні. 5) Пошук аналогічного текстового фрагмента в інших текстових послідовностях на основі аналізу покриття універсуму примітивів, раніше знайдених в social-функціональності. Нижче представлений результат аналізу social-функціональності (таблиця), де вказані вісім унікальних значень істотних змінних, їх десяткові номери і унітарні коди:

P-value	No	U-code
A	1	1000 0000
B	2	0100 0000
C	3	0010 0000
D	4	0001 0000
E	5	0000 1000
F	6	0000 0100
G	7	0000 0010
H	8	0000 0001

Маючи таку таблицю, шляхом виконання переборної процедури порівняння, лінійної обчислювальної складності, можна знайти аналоги заданої бізнес-функціональності в таких вхідних послідовностях:

(AACFGHTDBDBE),
(BACFGHTYBDBY), (DECFGHTDBDBAA). Для цього необхідно логічно об'єднати всі унітарні коди символів, що входять в кожну послідовність. В результаті об'єднання, шляхом виконання процедури Coverage, виходять покриття:

Coverage 1 (AACFGHTDBDBE) = (1111 1111),

Coverage 2 (BACFGHTYBDBY) = (1111 0111),

Coverage 3 (DECFGHTDBDBA) = (1111 1111).

Таким чином, перша і третя послідовності покривають своїми значеннями істотних змінних всі компоненти раніше визначеної social-функціональності. Друга послідовність не формує повного покриття, тому вона не належить social-функціональності, що задається універсумом (ABCDEFGH). Можна формувати функцію належності за ступенем покриття бізнес-функціональності значеннями істотних змінних вхідного вектора. Тоді друга послідовність матиме якість покриття, що дорівнює $Q = 7/8 = 0,875$. При цьому якість покриття для першої і другої послідовностей матиме оцінку $Q = 1$.

Висновки. Система є сукупність взаємопов'язаних в просторі і часі структурних компонентів для досягнення поставленої мети. Аналіз будь-якої структури реалізується за допомогою пошуку універсуму примітивів, як базису системи, після чого визначаються чисельні характеристики і взаємні просторово-часові зв'язки повторюваних структурних компонентів. Інакше, щоб створити модель деякої дискретної системи, необхідно виконати її розкладання на примітиви, за допомогою яких далі синтезується просторово-часова структура, як правило, неявно задана в системі. Для цього виконується аналіз поведінки системи в тестовому режимі або під час її функціонування шляхом зіставлення реакцій із заданими вхідними впливами. Процедура аналізу використовує також навчання на основі технологій Machine Learning and Artificial Intelligence.

Маючи унітарну матрицю, що кодує текстові значення параметрів екранів вхідного social-поток, можна визначати істотність змінних на заданій послідовності фрагментів даних шляхом перетину (кон'юнкції) стовпців між собою, що дає можливість знаходити незмінні значення параметрів: $P(\text{essential}) = \wedge[UMX(i)]$, $i = 1, n$. Істотність змінних для заданої social-функціональності буде ідентифікуватися одиничними значеннями координат матриці, отриманими в результаті виконання логічної операції кон'юнкції.

8. Неадресовані структури даних

Класичний комп'ютинг вимагає створення структур даних під існуючу реалізацію логічних операцій в кристалах кремнію: «дані для логіки». Альтернативний шлях може бути представлений реалізацією логічних операцій, які будуть впроваджуватися в хаос великих даних: «логіка для даних».

Представлення даних у вигляді компактних адрес-ідентифікаторів створює потужну технологію паралельних обчислювальних процесів, орієнтованих на високопродуктивну аналітику великих даних. Адреса даних є головною перешкодою на шляху до створення паралельних обчислювальних процесів, оскільки вона формує послідовність даних для їх непаралельної обробки.

Позбавлення від адрес в структурах пам'яті призводить до комп'ютингу високої продуктивності за рахунок паралельної обробки даних.

Дивно, але факт, хаотичне неупорядковане теоретико-множинне уявлення даних в найближчому майбутньому буде представляти основу для створення сучасного високопродуктивного паралельного комп'ютингу.

Існуючі технології паралельної обробки безадресних даних включають: 1) Комбінаційні логічні схеми. 2) Регістрові логічні операції. 3) SIMD, MIMD процесори. 4) Квантові обчислення на основі операцій суперпозиції і змішування. 5) Пам'ять без адресних дешифраторів.

Пропонується address-free chaos-computing, де одним з можливих варіантів апаратної реалізації є quantum computing. The Chaos Computer Club (CCC) is Europe's largest association of hackers. Дивно, але факт, що хаос-комп'ютингом займаються хакери, які прагнуть підвищити продуктивність своїх додатків за рахунок високого паралелізму обчислень, пов'язаного з апаратною надмірністю.

Слово створює реальний світ і слово руйнує дійсність. Слово зберігає історію, формує дійсність і прогнозує майбутнє. Теорема Томаса (WI Thomas, 1928): якщо щось прийнято за реальність, то воно реальне в своїх наслідках. Пророцтво є причиною подальших подій. Все, що бажає людина, підкріплене волею, трапляється. Будь-яка брехня, багато разів повторена, стає істиною. Негативні доктрини легко сприймаються людиною. Розуміння позитивних доктрин вимагає роботи мозку. Любов і творення вимагає від людини витрат, в той час як ненависть і руйнування дається їй даром. Войовниче або агресивне невігластво, зведене в ранг закону, завжди перемагає моральну компетентність. Моральна конституція об'єднує громадян різної культури, мов, історії, релігії, традицій і програмує державу на успіх. Дискримінація громадян за згаданою

метрицею має на меті знищення державності. Успіх компанії програмується відносинами між співробітниками, які визначаються статутом, традиціями і культурою менеджменту. Цифровий світ з образу трансформується в прообраз. Якщо чогось немає в кіберпросторі, то цього немає і в фізичному світі.

На рис. 18 представлений алгоритм формування матриці значень змінних, де вирішується головна проблема ідентифікації суттєвості на тлі різноманіття атрибутів вхідного потоку даних.

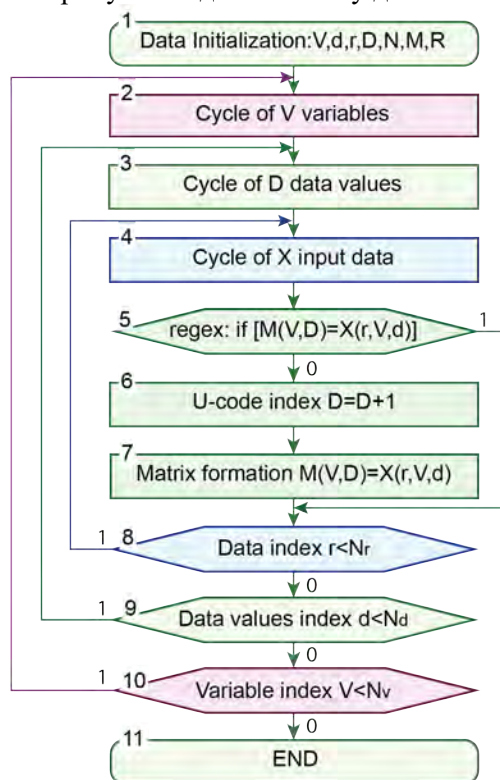


Рис. 18. Алгоритм формування матриці значень параметрів

Соціальний бізнес-комп'ютинг гарантує і підтримує моральні відносини між людьми, вироблені людством за тисячі років його існування.

Комп'ютинг, побудований в тріаді компонентів: Memory-Address-Transaction (MAT) або Data-Address-Logic (DAL), або Logic-Address-Data (LAD), страждає відсутністю паралелізму, внаслідок наявності адрес у даних, які передбачають послідовну обробку даних шляхом перебору адрес. Однак і тут інформацію можна обробляти паралельно на класичному комп'ютері, якщо скористатися апаратною надмірністю і закодувати дані унітарним кодом. Таке рішення є лише частково позитивним, оскільки воно не має перспективного майбутнього.

Десятки років вчені досить успішно поєднують два компонента (дані і логіку) в послідовність, що має виражену ієрархію, за допомогою двох можливих рішень: 1) створити комп'ютер (обчислювач, додаток, логіку) для обробки існуючих даних

і 2) адаптувати дані під уже існуючий комп'ютер (обчислювач, додаток, логіку).

Дані, в частині зручності використання форматів, орієнтовані на людину і / або комп'ютер. Виходячи з цього, створюються парсери-перекладачі даних, які реалізують можливі пари: (людина-людина), (людина-комп'ютер), (комп'ютер-людина), (комп'ютер-комп'ютер). Виникає класифікація парсерів за ступенем близькості даних до комп'ютера і / або людини, яка має вигляд: 1) Системний рівень опису. 2) Рівень реєстрових передач. 3) Вентильний рівень. 4) Транзисторний або аналоговий рівень опису апаратури.

Таким чином, можна інтегрально сформулювати аксіоми квантового паралелізму логіки:

- 1) Множина кубів таблиці істинності представляється сукупністю унітарних кодів.
- 2) Кількість входів і виходів примітивного логічного елемента дорівнює 2^{*n} .
- 3) Формується взаємно-однозначна відповідність між входами і виходами логічного елемента.
- 4) Значення на всіх входах логічного елемента обробляються паралельно. Одночасно можна моделювати всі входні значення таблиці істинності.
- 5) Число можливих комбінацій нулів і одиниць на входах, оброблюваних паралельно, дорівнює 2^{*n} , де n - число входів логічного примітиву.
- 6) Замість багатовходового унітарного примітиву можна зображувати реєстровий кубітний примітив, що має 2^{*n} входів і 2^{*n} виходів.
- 7) Для синтезу унітарної моделі примітиву необхідно створювати адресний дешифратор, що перетворює позиційний код-адрес на входах логічного примітиву в унітарний код на виходах дешифратора.
- 8) Альтернативне рішення - використовувати в схемній структурі тільки унітарну логіку, яка виключає адресні декодери.

9. Висновок

- 1) Удосконалено метрику параметрів для вимірювання процесів і явищ в просторі, яка відрізняється від відомих єдиним рівнянням. Конволюція відстаней вимірюваних об'єктів дає можливість істотно зменшувати обсяги даних для зберігання і передачі моделей вимірюваних об'єктів.
- 2) Запропоновано нову асиметричну модель і формули обчислення функцій належності, яка характеризується наявністю декількох інтервалів області визначення, що дає можливість альтернативного вимірювання подібності-відмінності кіберсоціальних процесів і явищ, а також їх кластеризації-класифікації на три істотних підмножини.
- 3) Удосконалено поєднану архітектуру кіберсоціального комп'ютингу, яка відрізняється від

аналогів автоматичною взаємодією в часі і просторі двох механізмів: проектування моделей і алгоритмів розпізнавання соціальних патернів, а також використання створених обчислювальних структур для пошуку даних в кіберпросторі на основі асиметричної метрики подібності-відмінності.

4) Сформульовано цілі та завдання цифровізації відносин, як процес переходу до детермінованого хмарного онлайн управління технічними, біологічними і соціальними об'єктами в рамках культури кібер {фізичного, соціального} комп'ютингу на основі точного моніторингу та інтелектуального аналізу їх діяльності в часі і просторі, завдяки тотальній цифровій ідентифікації.

5) Удосконалено ієрархічну модель синтезу соціальних відносин між процесами і явищами, яка відрізняється від аналогів кубітно-векторним поданням функціональних описів соціально-логічних елементів, що дає можливість істотно зменшувати їх розмірність і паралельно виконувати процедури і алгоритми їх аналізу при пошуку і розпізнаванні соціальних патернів.

Література:

1. <https://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/materials/ferroelectric-semiconductors-could-mix-memory-and-logic>
2. <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/devices/ai-tracks-emotions-in-the-classroom>
3. <https://spectrum.ieee.org/computing/hardware/a-touch-of-money>
4. <https://spectrum.ieee.org/semiconductors/processors/cerebrass-giant-chip-will-smash-deep-learnings-speed-barrier?>
5. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>
6. https://www.gartner.com/doc/3891569?srcId=1-7251599992&cm_sp=swg_-_gi_-_dynamic
7. Zarella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L. and Zorzi M. "Internet of Things for Smart Cities," in IEEE IoT Journal, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, Feb. 2014.
8. Frahm J. Securing the Internet of Things: A Proposed Framework / J. Frahm // Cisco White Paper.- 2015.
9. Zhu C., Leung VCM, Shu L. and Ngai ECH "Green Internet of Things for Smart World," in IEEE Access, vol. 3, pp. 2151-2162, 2015.
10. Christidis K. and Devetsikiotis M. "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things," in IEEE Access. Vol. 4. H. 2292-2303. 2016.
11. Blockchains: How They Work and Why They'll Change the World IEEE Spectrum. October 2017.
12. Kharchenko V. Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures / V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.) // In the book series "Studies in Systems, Decision and Control" (SSDC) / Vol. 1. Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing. 2017.

13. *Kharchenko V.* Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation / V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.) // In the book series "Studies in Systems, Decision and Control" (SSDC). Vol. 2. Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing. 2017.
14. *Memory-Driven Computing.* [Online]. Available: <https://www.labs.hpe.com/next-next/mdc>
15. *Benenti G., Casati G., Strini G.* Principles of Quantum Computation and Information. Volume 1: Basic Concepts.- World Scientific. 2004. 256 p.
16. *Imai Hiroshi, Hayashi Masahito.* Quantum Computation and Information. From Theory to Experiment. Springer. 2006. 234 p.
17. *Nielsen M.A., Chuang I.L.* Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. 2010. 710 p.
18. *Benso A.* Control-flow checking via regular expressions / A. Benso, S. Di Carlo, G. Di Natale, P. Prinetto, L. Tagliaferri // Proceedings 10th Asian Int. Test Symposium. Kyoto. 2001. P. 299-303. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=872025.872649>
19. *Hahanov Vladimir.* Cyber Physical Computing for IoT-driven Services. New York. Springer. 2018. 279p.
20. *Hahanov V.I.* Qubit technologies for analysis and diagnosis of digital devices / V.I. Hahanov, T. Bani Amer, S.V. Chumachenko, EI Litvinova // Electronic Modeling. Vol. 37, no. 3. 2015. P. 17-40.
21. *Tarraf Danielle C.* Control of Cyber-Physical Systems. Workshop held at Johns Hopkins University, March 2013, Springer. 2013. 378p.
22. *Mohammad A. Khan, Hillol Debnath, Cristian Borcea.* Balanced Content Replication in Peer-to-Peer Online Social Networks. 2016 IEEE International Conferences on Big Data and Cloud Computing, Social Computing and Networking. 2016. Pages: 274 - 283.
23. *Maria R. Lee, Tsung Teng Chen.* Understanding Social Computing Research. IT Professional. 2013. Volume: 15, Issue: 6 P. 56 - 62.
24. *Jerry Higg, Varadraj Gurupur, Murat Tanik.* A Transformative Software Development Framework: Reflecting the paradigm shift in social computing. 2011 Proceedings of IEEE Southeastcon. 2011. P. 339 - 344.
25. *Cyber-Physical-Social Systems: The State of the Art and Perspectives.* Jun Jason Zhang; Fei-Yue Wang; Xiao Wang; Gang Xiong; Fenghua Zhu; Yisheng Lv; Jiachen Hou; Shuangshuang Han; Yong Yuan; Qingchun Lu; Yishi Lee. IEEE Transactions on Computational Social Systems. Year: 2018, Volume: 5, Issue: 3. P. 134-144.
26. *Christopher M. Bishop.* Pattern Recognition and Machine Learning, 2006. Springer. 738 p.
27. *Susan Stepney, Steen Rasmussen, Martyn Amos.* Computational Matter. Springer. 2018. 336 p.
28. *Zhuge Hai.* Cyber-Physical-Social Intelligence. On Human-Machine-Nature Symbiosis. Springer. 2020. 336 p.
29. *Elias G. Carayannis. David FJ Campbell. Marios P. Efthymiopoulos.* Handbook of Cyber-Development, Cyber-Democracy, and Cyber-Defense. 2018. 1089 p.
30. *Vladimir Hahanov; Svetlana Chumachenko; Eugenia Litvinova; Anastasia Hahanova.* Cyber-physical social monitoring and governance for the state structures. IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies. 2018. P.123-127.
31. *Cyber Social Computing.* Vladimir Hahanov; Svetlana Chumachenko; Eugenia Litvinova; Abdullayev Vugar Hacimahmud; Anastasia Hahanova; Tetiana Soklakova. 2018 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). 2018.
32. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>
33. *Paul Stimers.* The US National Quantum Initiative. Computer. 2019, Volume: 52, Issue: 10, Pages: 24-29.
34. *Erik P. DeBenedictis.* Powerball and Quantum Supremacy. Computer. 2019. Vol. 52. P. 110-112

Надійшла до редколегії 10.10.2019

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Дрозд О.В.

Хаханова Ганна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент кафедри АПОТ ХНУРЕ. Наукові інтереси: стиснення та відновлення двійкової інформації. Адреса: Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14. e-mail: anna.ha-hanova@nure.ua

Khakhanova Anna, Ph.D., Associate Professor, Design Automation Department, NURE. Scientific Interests: compressed and binary information recovery. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauky Ave., 14, e-mail: anna.hahanova@nure.ua