

4. Таньков К. М., Чепурда Г. М. Персонал-технології як ключовий елемент системи менеджменту туристичної організації // Бізнес-інформ. 2012. № 12. С. 145-147.

Єршова Ольга Леонідівна,

*кандидат економічних наук, доцент,
завідувач кафедри економіко-математичних
дисциплін та інформаційних технологій;*

Фуртат Юрій Олегович,

*кандидат технічних наук, доцент кафедри
економіко-математичних дисциплін та інформаційних технологій
Національна академія статистики, обліку та аудиту;*

Бажан Людмила Іванівна,

*кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,
завідувач відділу економіко-соціальних систем,
Міжнародний науково-навчальний центр
інформаційних технологій і систем НАНУ та МОНУ;*

Одноволик Вадим Іванович,

*кандидат хімічних наук, доцент,
кафедра економіко-математичних
дисциплін та інформаційних технологій,
Національна академія статистики, обліку та аудиту*

КОНЦЕПЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ ЯК ОСНОВА РОЗУМНИХ МІСТ

Інтелектуальні пристрої набувають усе більше можливостей, залишаючись при цьому відносно дешевими і тому доступними. Багато з них здійснюють доступ до високошвидкісних бездротових мереж, включаючи мережі 4G і новіше. В Інтернеті речей (Internet of Things, IoT) будь-який об'єкт може отримувати інформацію з навколишнього середовища, керувати отриманими даними і надавати їх для інших пристроїв чи користувачам.

Інтернет речей є динамічним розподіленим середовищем, яке пов'язує безліч інтелектуальних пристроїв, здатних сприймати навколишнє середовище і виконувати дії. Такі пристрої дають можливість відслідковувати стан зовнішнього середовища, збирати інформацію про реальний світ і створювати системи повсюдних обчислень, в яких кожен пристрій може взаємодіяти з будь-яким іншим пристроєм в світі, де б вони не знаходилися. IoT-технології підвищують ступінь проникнення Інтернету, забезпечуючи спільну роботу пристроїв – як окремих датчиків або як сукупності різних датчиків, що утворюють кінцеву макросистему і діють як єдине ціле.

Синергія обчислювальних і фізичних компонентів взагалі і створення кіберфізичних систем (cyber-physical system) зокрема підтримують розвиток Інтернету речей.

Кіберфізичні системи (КФС) забезпечують спільну роботу елементів кібернетичного і фізичного просторів, інтегруючи обчислювальні ресурси.

Найчастіше КФС підтримують реальні процеси і забезпечують операційний контроль об'єктів в Інтернеті речей, дозволяючи фізичним пристроям сприймати навколишнє середовище і змінювати його.

Інтернет речей – це революційна технологія, що відкриває можливості для інновацій і значних удосконалень в соціальних середовищах і бізнес-процесах. Використовуючи IoT-технології, можна створювати адаптивні інтелектуальні додатки, які допомагають краще управляти ресурсами і підвищувати ефективність систем. Інтернет речей і КФС покликані підтримувати додатки, здатні обробляти величезні обсяги різнорідних даних, одержуваних з навколишнього середовища.

Розумне місто є взаємоув'язана за місцем та часом в соціальному, біологічному та технологічному середовищах сукупність CPS-підсистем життєзабезпечення, охорони здоров'я, освіти, транспорту тощо.

Концепцію розумного міста слід розглядати як один із напрямів розвитку сучасних великих КФС, які являють собою нове покоління мережних розподілених фізичних і кібернетичних інфраструктур. Дані системи спрямовані на забезпечення високої якості життя людей за допомогою застосування інноваційних технологій, які передбачають економічне, екологічне та безпечне функціонування об'єктів розумного міста при використанні міських систем життєдіяльності.

Таким чином, КФС можуть прискорити реалізацію концепції «розумних міст», дозволяючи використовувати інформаційно-комунікаційні технології для більш ефективного і результативного управління ресурсами. Ідея розумного міста полягає в наданні громадянам інноваційних та більш якісних сервісів за рахунок вдосконалення міської інфраструктури при скороченні загальних витрат.

У КФС обчислювальні елементи взаємодіють з датчиками, які забезпечують моніторинг кіберфізичних показників, і з виконавчими елементами, які вносять зміни в кіберфізичне середовище.

Найчастіше КФС орієнтовані на те, щоб якимось чином керувати навколишнім середовищем. КФС об'єднують інформацію від інтелектуальних датчиків, розподілених у фізичному середовищі, для кращого розуміння середовища і виконання більш точних дій.

У фізичному контексті виконавчі елементи на основі одержуваних даних вносять зміни в середовище проживання користувачів. У віртуальному контексті КФС застосовуються для збору даних про віртуальних діях користувачів, таких як використання соціальних мереж, блогів і сайтів електронної комерції. Потім КФС певним чином реагують на такі дані, прогнозуючи дії або потреби користувачів в цілому. Використовуючи такі програмні продукти, як IBM WebSphere Sensor Events, можна аналізувати дані і події, що надходять від датчиків в реальному часі, і вбудовувати їх в інтелектуальні рішення.

Приклади практичного застосування КФС:

- У виробничому середовищі.
- В охороні здоров'я.
- У відновлюваній енергетиці.
- В інтелектуальних будівлях.
- У сільському господарстві.
- В обчислювальних середовищах.

– Розумні міста.

Розумні міста можна розглядати як масштабні КФС з датчиками, які відстежують обчислювальні і фізичні показники, і виконавчими елементами, які певним чином змінюють складне міське середовище. Уряди, організації та технологічні галузі зайняті вирішенням завдань, що породжуються зростаючим рівнем урбанізації, з метою поліпшення міського життя, наприклад, шляхом підвищення ефективності енергопостачання та якості послуг.

Високі темпи урбанізації та старіння населення змушують міські адміністрації переглядати свої організаційні структури та інфраструктури в контексті нових завдань. Такими завданнями є, серед іншого, відповідальне і економне використання ключових ресурсів – електроенергії, води, продуктів харчування і сировинних матеріалів. Стрімке зростання міського населення буде загрожувати сталому розвитку, якщо не розробити необхідну інфраструктуру. У цьому контексті для успішного розвитку міста абсолютно необхідне підвищення ефективності. В результаті таких зусиль з'являються розумні міста (масштабні КФС), такі як Сантандер, Сінгапур, Бостон і багато інших.

З технологічної точки зору розумне місто є містом, яке управляється даними, що є результатом інтенсивної цифровізації суспільства, а також повсюдного поширення широкопasmового Інтернету. Ключовим елементом кіберфізичної системи є дані, які збираються в результаті функціонування міста, технології їх обробки та механізми прийняття рішень.

Майбутні проблеми: Для успіху КФС і розумних міст людям необхідно мислити і діяти по-іншому і активніше включатися в життя міста. Надзвичайно важливими є активні спільноти, здатні агрегувати розподілені знання окремих людей і вести спільну діяльність щодо вдосконалення міських служб.

Сучасні технології забезпечують розподілені обчислення і краудсорсінг, обмін інформацією між користувачами і формування колективних знань. Колективні знання – один з ключів до успіху КФС і розумних міст. Колективні знання ґрунтуються на колективному сприйнятті, що підтримує спільний моніторинг міського середовища. Тут потрібні спільні дії для ефективного виконання завдань, що становлять спільний інтерес.

З технічної точки зору треба буде ще розв'язати безліч складних проблем - як мінімум ефективним і прийнятним в реальних умовах способом. Ось деякі з таких проблем:

- Різноманітність даних. Це серйозна проблема, яка може негативно впливати на ефективність взаємодій і розробку комунікаційних протоколів. Системи повинні бути здатні підтримувати велику кількість різних додатків і пристроїв.

- Надійність. КФС можна використовувати в таких критично важливих галузях, як охорона здоров'я, інфраструктура, транспорт і багато інших. Основними вимогами є надійність і безпека, оскільки виконавчі елементи впливають на навколишнє середовище. Фактично вплив виконавчих елементів може бути незворотнім, тому ймовірність їх непередбаченого поведінки повинна бути зведена до мінімуму. Крім того, навколишнє середовище непередбачувана, тому КФС системи повинні бути здатні продовжувати роботу в непередбачених обставин і адаптуватися в разі збоїв.

- Управління даними. Необхідно зберігати і аналізувати великі дані, що надходять від різних мережевих пристроїв, обробляти їх та в реальному часі виводити результати. Даними можна управляти за використанням відкладеної або оперативної потокової обробки, в залежності від призначення системи. При використанні потоків в реальному часі інформація може часто змінюватися і обробка ґрунтується на адаптивних і постійних запитах.

- Конфіденційність. Проблема полягає в підтримці балансу між збереженням конфіденційності та захистом персональних даних - і доступністю даних для надання більш якісного обслуговування. Оскільки КФС керують значними обсягами даних, що включають таку конфіденційну інформацію, як здоров'я, стать, віросповідання і безліч інших персональних відомостей, виникають серйозні проблеми конфіденційності даних. Для КФС необхідна особлива політика забезпечення конфіденційності, тому потрібен інструмент знеособлення даних, що дозволяє видаляти персональну інформацію перед обробкою даних системою.

- Безпека. КФС повинні забезпечувати безпеку комунікацій, оскільки всі дії координуються між пристроями в реальному часі. КФС розширюють масштаб і обсяг взаємодії між фізичними і обчислювальними системами, що ускладнює завдання забезпечення безпеки. Для вирішення цієї проблеми недостатньо традиційних інфраструктур забезпечення безпеки, і потрібно шукати нові рішення. Необхідно захищати як самі дані, що надходять, так і збережені дані, зібрані для використання в майбутньому. І нарешті, КФС ґрунтуються на різнорідних додатках і бездротових комунікаціях, що часто ускладнює забезпечення безпеки.

- Реальний час. КФС управляють значними обсягами даних, отримуваних від датчиків. Обчислювальна обробка повинна бути ефективною і своєчасною, оскільки фізичні процеси тривають незалежно від результатів обчислень. Для задоволення цієї вимоги КФС повинні мати пропускну здатність або потужність, необхідну для підтримки негайної обробки, оскільки невиконання своєчасних дій може привести до довгострокового збитку.

КФС розумного міста, вбудовані в будинки, навчальні заклади, виробничі підприємства громадські організації представляють сукупність комунікаційно пов'язаних реальних і віртуальних компонентів. Такі компоненти мають яскраво виражені функції адекватного фізичного цифрового моніторингу та оптимального хмарного комп'ютерного кіберуправління, що повинно забезпечувати якість життя населення міста, продукції, яка випускається, процесів або сервісів в заданих умовах обмежень на час та ресурси [1-2].

Розробка КФС управління віртуальними і фізичними ресурсами розумного міста повинні бути спрямовані на розвиток в Україні такого інтегрального рівня розвитку всього різноманіття кіберфізичних компонентів, який забезпечить якісно високий рівень життя населення міста на основі цифрового моніторингу технологічних процесів всіх об'єктів міста в реальному часі для досягнення суспільно значущих цілей.

Цифрова ідентифікація всіх об'єктів, фізичних, виробничих, медичних та навчальних процесів в розумному місті повинна відбуватися за допомогою технологій Інтернету речей, КФС та Big Data.

У розумному місті велике значення має технологія Big Data, яка спрямована на формування кіберфізичної екосистеми, яка повинна динамічно розвиватися. Структуризація великих обсягів неоднорідних даних відбувається на основі використання інтелектуальних спеціалізованих фільтрів паралельного моніторингу та метричного аналізу інформації для управління фізичними і віртуальними процесами.

Таким чином, здійснюється повна заміна людини сервісами КФС при управлінні соціальними групами, біологічними, технічними та віртуальними об'єктами розумного міста.

Висновок: Перед суспільством постає завдання освоєння результатів технологічної еволюції, яку Інтернет речей (і в тому числі КФС) вносить в наше повсякденне життя. Ці технології будуть підвищувати якість обслуговування і в остаточному результаті працювати на благо навколишнього середовища по мірі появи розумних міст по всьому світу.

КФС, які є рушійною силою інновацій, охоплюють безліч різних дисциплін. Співпраця різних галузей може зробити їх важливою виробничою силою. Крім того, для КФС потрібні висококваліфіковані кадри, тому необхідні співробітництво і взаємодію галузей і університетів. І нарешті, КФС мають величезний потенціал для зміни і вдосконалення кожного аспекту життя людей, допомагаючи вирішувати критично важливі для нашого суспільства проблеми і перевершуючи сучасні розподілені системи в плані безпеки, продуктивності, ефективності, надійності, зручності використання і за багатьма іншими показниками.

Розумне місто завдяки КФС ґрунтується на інтелектуальному обміні інформацією, що відбувається між великою кількістю його різних підсистем. Цілями впровадження інтелектуальних цифрових технологій в рамках концепції «Розумне місто» є: підвищення якості життя населення; підвищення конкурентоспроможності підприємств міста; підвищення ефективності системи управління в місті; підвищення безпеки та комфортності життя на території розумного міста

Подані наукові результати отримано в рамках НДР «Дослідження деяких аспектів функціонування соціально-економічних систем в цифровій економіці» реєстраційним номером 0118U006677, 01.01.2019–31.12.2022.

Список використаних джерел

1. Куприяновский В.П., Буланча С.А., Кононов В.В., Черных К.Ю., Намиот Д.Е., Дорынин А. П. Умные города как «столицы» цифровой экономики. // *International Journal of open Technologies*. 2016, vol. 4, no. 2. С. 41-51.
2. Куприяновский В. П. Цифровая экономика=модели данных+большие данные+ архитектура+приложения? // *International Journal of open Technologies*. 2016, vol. 4, no. 5. С. 1-13.