

УДК 004.2

В.П. КОЖЕМ'ЯКО, А.А. ЯРОВИЙ

НАУКОВА КОНЦЕПЦІЯ ОБРАЗНОГО ВІДЕО-КОМП'ЮТЕРА ОКО-ПРОЦЕСОРНОГО ТИПУ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНОЇ МЕТОДОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

*Вінницький державний технічний університет
95, Хмельницьке шосе, Вінниця, 21021, Україна
Тел.: +380 (432) 440125, 440019, e-mail: kyp@vstu.vinnica.ua*

Анотація. Дана стаття присвячена дослідженню проблем пов'язаних з обґрунтуванням пріоритетності оптоелектронної схемотехніки для апаратної реалізації образного комп'ютера. На основі концептуального підходу та теоретичного аналізу пропонуються відповідні моделі та апаратні варіанти око-процесорних структур як базових компонентів образного комп'ютера.

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию проблем связанных с обоснованием приоритетности оптоэлектронной схемотехники для аппаратной реализации образного компьютера. На основе концептуального подхода и теоретического анализа предлагаются соответствующие модели и аппаратные варианты глаз-процессорных структур как базовых компонентов образного компьютера.

Abstract. Given work is devoted to research of problems connected with a substantiation priority of optoelectronic circuit technique for hardware realization of the pattern computer. Using the conceptual approach and theoretical analysis, the preliminary models and hardware variants of eye-processor structures as base components of the pattern computer are offered.

Ключові слова: образний комп'ютер, штучний інтелект, око-процесорні системи.

Інформатизація усіх сфер життя – це всезагальний та необхідний процес, який забезпечує становлення інформаційного суспільства на Україні. Однак, сучасні процеси інформатизації, набуваючи глобального характеру, повинні орієнтуватися не лише на традиційні підходи. Значно актуалізуються процеси створення новітніх інтелектуальних інформаційних технологій (ІТ).

Інтелектуальні інформаційні технології – це високі інформаційні технології, які моделюють та відтворюють елементи інтелекту людини. ІТ – об'єктивна реальність, проте в їх створенні є проблеми та труднощі. Одна із основних – обмежені можливості сучасних обчислювальних машин. Вони погано оперують з образами. Останнім часом, все більше висувається нових ідей та проектів в даній сфері. Одним із проявів якісно нового підходу в системі методології сучасних інтелектуальних структур є наукові дослідження, які здійснюються в напрямку створення образного комп'ютера (ОК). Розробка таких комп'ютерів, які виконують не тільки обчислення, але й моделюють образне сприйняття світу, образне прийняття рішень і орієнтовані на виконання функціонального моделювання інтелектуальної діяльності людини відносять до проривних напрямків у науково-технічному поступі [1].

Актуальність та тематика даних досліджень відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки в Україні. З метою створення принципово нових інформаційних технологій і систем Кабінет Міністрів України своєю постановою від 08.11.2000 р. №1652 схвалив Державну науково-технічну програму “Образний комп'ютер”. Замовником ДНТП “Образний комп'ютер” є Міністерство промислової політики України, при підтримці Міжнародного центру ЮНЕСКО як Органу управління Програмою та Національної академії наук України.

Вірний вибір конкретних засобів реалізації оптико-електронних архітектур образного комп'ютера має особливо важливе значення для досягнення потрібних техніко-економічних показників. Як правило, перед розробниками оптико-електронних архітектур образного комп'ютера постають проблеми, пов'язані з неоднозначністю вибору можливих варіантів побудови багатьох функціональних блоків, які можуть бути реалізовані апаратними, програмними або апаратно-програмними засобами.

Науково-дослідні роботи, пов'язані з дослідженням проблем образного комп'ютера на

сучасному етапі значно диференційовані та здійснюються в напрямку моделювання самих різноманітних інформаційних систем та структур штучного інтелекту. Однак, тут потрібно мати на увазі наступне. Коли мова іде про можливість створення штучного інтелекту, то в широкому розумінні та істинному значенні здійснюється намагання створити такі інтелектуальні структури, які б поєднували в собі виконання не лише формалізованих, але і неформалізованих операцій, надавали б можливість інформаційній системі моделювати образне сприйняття світу, оперувати моделями зовнішнього світу з усіма його об'єктами, явищами та їх проявами. Адже цілком зрозуміло, що якою б досконалою не була та чи інша інтелектуальна структура, вона ніколи не зможе досягнути своєї самодостатності, рівня саморегулювання та самоуправління, якщо не забезпечить себе відповідними методами сприйняття та відбору інформації та здатністю швидкого засвоєння неформалізованих даних [2].

Штучний інтелект пов'язаний, головним чином, з методами роботи зі знаннями. А тому, якщо в загальній формі виразити основний зміст штучного інтелекту як сфери досліджень методів роботи зі знаннями, то можна виділити наступні напрямки:

- теорія і методи формального висновку;
- теорія і методи асоціативного (неформального) висновку;
- експертні системи.

Асоціативний висновок базується на основі методів розпізнавання образів. Це одна із найголовніших складових інтелекту [3].

Образний комп'ютер та науково-дослідні програми, пов'язані з його розробкою, якраз і виражають намагання створити такі інтелектуальні структури, які б інтегрували в собі формалізоване і неформалізоване, раціональне і образне, розумове і чуттєве.

Серед дослідників проблеми образного комп'ютера існують різні, а то і суперечливі підходи по визначенню вимог до функціонування апаратних засобів та їх взаємодії. Причиною цього є, на наш погляд, невизначеність самого поняття “образний комп'ютер”. Зокрема, один із засновників даного напрямку наукових досліджень, Вінцюк Т.К., дає визначення, що “образний комп'ютер – це така кібернетична система, в якій виконується функційне моделювання інтелектуальної, головно підсвідомої, діяльності людини та всього живого, що пов'язане зі сприйняттям зорових, слухових та інших образів, аналізом сцен та складних ситуацій, плануванням дій та рухів, узагальненням спостережень, встановленням закономірностей, прогнозуванням, прийняття рішень тощо” [4].

Не дивлячись на певну конструктивність, таке визначення в достатній мірі чітко не виявляє перелік системних вимог, що визначають характер функціонування образного комп'ютера. Можливо така невизначеність є причиною певної неузгодженості та відособленості наукових досліджень по даній проблемі.

Тому, необхідно виділити певні типи класів таких задач, які складають той необхідний набір, наявність засобів вирішення яких в штучній системі, дозволить оцінювати її, більше того порівнювати її з іншими за критерієм якості інтелектуальної поведінки. Тобто необхідно сформулювати відповідні класи задач (свого роду системні вимоги) за принципом класифікації формальних засобів, необхідних для їх вирішення.

Прикладами таких засобів є: управління обчисленнями (процесами обробки даних), аналітичні перетворення (символьні обчислення), здійснення міркувань (перетворення в обчисленнях), розпізнавання та обробка образів (візуальних, звукових, тактильних і т.п.), переклад текстів з однієї мови на іншу (штучний чи природний), ігри, обробка текстів, перетворення моделей та ситуацій і т.д.

Однак, останнім часом, все більше уваги приділяється терміну “інтегральна інтелектуальна поведінка” систем штучного інтелекту. На наш погляд, поняття “образний комп'ютер” отримує більшу визначеність через розуміння його сутності як інтегральної інтелектуальної структури в контексті штучного інтелекту.

Штучна система з інтегральною інтелектуальною поведінкою – це самонавчаюча, самоорганізуюча система з рефлексивною семантичною моделлю світу, квазіпотребними механізмами автономного цілепокладання, що здатна вступати у взаємодію з об'єктами оточуючого середовища, оцінювати успішність дій, ступінь співвідношення між загальними та частковими задачами та відчувати аналоги задоволеності [5].

В даному положенні визначається перелік властивостей, що характеризують поняття “інтегральної інтелектуальної поведінки”, а саме: навчання, самоорганізація, пам'ять, сприйняття об'єктів і ситуацій зовнішнього світу, зміна уявлень про нього, реагування на його зміни, ціле покладання та планування дій, оцінювання їх успішності, наявність уявлень про власний стан, зміна їх у відповідності з реакцією зовнішнього світу або цільовими квазіпотребами та прогнозуванням подальшої поведінки.

Ми схильні розглядати вказані властивості як визначений перелік системних вимог до “образного комп’ютера”, на основі яких можлива побудова формальних моделей реалізації.

Якщо розглядати ці проблеми в більш глобальному аспекті, то необхідно сказати наступне. Зараз ставити практичну мету створення штучної інтелектуальної сутності ще рано. Однак, сучасні технологічні засоби можуть забезпечити моделювання первинних (нехай і відносно примітивних) її прообразів та прототипів. Образний комп’ютер і є одним із можливих варіантів побудови такої моделі.

Аналіз технологічних фаз та сучасний рівень технологій дозволяє виділити певні групи показників в найсучасніших комп’ютерних системах, на основі яких можливо сформулювати загального характеру системні вимоги до моделювання образного комп’ютера.

Попередньо деякі із них можуть бути сформульовані наступним чином:

1. образний комп’ютер формується переважно не як індивідуальна система, а скоріше як певне середовище для реалізації інтелектуальних дій (ізолюваність та локальність побудови не дозволяє адекватно відобразити реальні ситуації).
2. відповідно, замість пошуку оптимальної індивідуальної поведінки розглядаються механізми розробки оптимальної поведінки середовища.
3. зміни у вимогах до функційного статусу – а саме орієнтація на збільшення “суми знань” змінюється орієнтацією на “суму і якість вмінь та навичок”.
4. в призначення образного комп’ютера все частіше, крім точного виконання завдань, входить ініціатива в постановці проблем та ведення активного діалогу.
5. при побудові образного комп’ютера основну роль відіграє не стільки засвоєння аспектів інтелектуальної діяльності, як конструктивна взаємодія з об’єктами оточуючого середовища.

Це лише деякі, на наш погляд, із системних вимог якісно нового порядку, які в інтеграції з іншими дозволять коректно та ефективно реалізувати моделювання образного комп’ютера.

У вищевказаному переліку необхідно особливо звернути увагу на перші дві позиції, які передбачають таку архітектуру образного комп’ютера, яка б набувала вигляду цілісного комплексу інтегрованих апаратних засобів. Тобто така модель образного комп’ютера передбачає створення певного штучного середовища для реалізації інтелектуальної поведінки, що по своїй структурі передбачає наявність відповідної мережної технології.

Великі можливості при вирішенні проблеми моделювання образного комп’ютера розкриває наукова концепція оптико-електронних логіко-часових інформаційно-обчислювальних середовищ [6]. На протязі десятиріч представниками даної наукової школи проводилися широкомасштабні дослідження по розробці різноманітних проблем, пов’язаних із моделюванням образного сприйняття світу [7]. Одним із найбільш вагомих результатів, які за своєю фундаментальністю та практично-прикладним характером заслуговують на увагу, є наукові розробки по моделюванню око-процесора.

Око-процесор – це така інформаційна інтелектуальна система, яка моделює образне відображення світу на основі сприйняття візуальної інформації довільної природи, виділяє певні властивості та ознаки середовища, оброблює їх та приймає відповідні рішення автоматично або з участю оператора [6].

Око-процесор має такі складові ознаки (P): геометричні – x, y, z , де z – глибина зорової сцени; яскравісну – I (у координатах x, y); спектральну – W (двовимірне перетворення Фур’є (ДПФ) яскравості в координатах x, y); колірну – C (має три складові – червону R , синю B , зелену G); тепловізорну – T (розподіл теплового випромінювання в координатах x, y, z)

Око-процесор виконує такі операції: попередня фільтрація (усунення шумових точок і слабозв’язаних точок зображення, а також виділення вихідного зображення із шумового); зсув зображень (одноточасний зсув всього зображення на задану відстань вліво, вправо, вгору, вниз); масштабування зображень; поворот зображення (поворот зображення на фіксовану величину); виконання логічних операцій над зображеннями Q_1 і Q_2 (логічне “і”, сума по модулю два над кожними a_{ij} -точками); виділення із множини можливих образів $F(a_{ij})$ у фрагментах $\Phi(\tau)$ найбільш близьких одобразів до еталонних зразків $F_s(a_{ij})$ по заданій множині ознак.

Особливістю око-процесора є можливість інтелектуального прийняття рішень, що обумовлено такими причинами: різноманітністю простору ознак; наявністю функцій прийняття рішень, що містять вагові коефіцієнти; наявністю ситуацій із граничним прийняттям рішень. Тому створення око-процесорних систем, що автоматизують процес обробки зображень, особливо в реальному часі, в динамічних системах є актуальною та перспективною задачею.

Загальна структура око-процесора наведена на рис. 1.

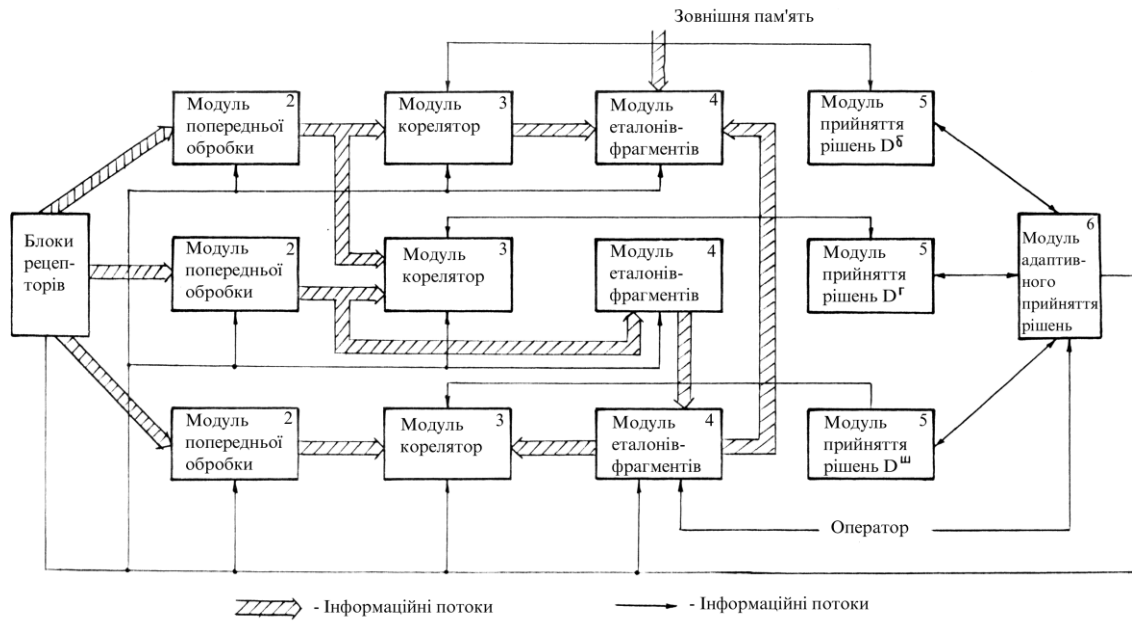


Рис. 1. Загальна структура око-процесора

Для підвищення ефективності око-процесорних структур пропонується впровадження принципу "процесорної" ієрархії [8]. Побудувати піраміду процесорів, де процесори вищих рівнів могли б "оглядати", що відбувається знизу, тобто сприймати більший кусок зображення або все його в цілому. В такій структурі кожний елемент обмінюється інформацією не лише з сусідніми, але й з декількома процесорами нижчого рівня, а також і з елементом вищого за нього рівня. Таку структуру зображено на рис.2.

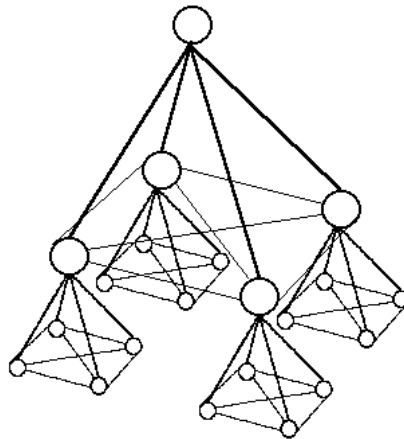


Рис. 2. Пірамідальна організація око-процесорних структур

Також пропонується схематичні варіанти реалізації око-процесорних структур як складових компонентів образного комп'ютера, в тому числі на основі однорідних логіко-часових матричних середовищ з впровадженням клітинних автоматів для виділення контурів зображення [8]. В загальному вигляді середовище Око-Процесорних Матриць (ОПМ) можна зобразити у вигляді зображеному на рис.3.

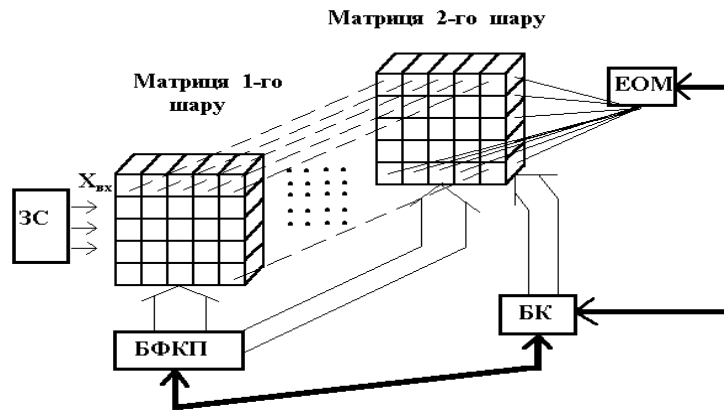


Рис. 3. Загальний вигляд ОПМ

ЗС – зовнішнє середовище (інформація, що надходить з телекамери, матриці ПЗС та ін.); БФКП – блок формування контрольних параметрів (контрастність, фон, поріг рівноваги та ін.); БК – блок керування.

Запропонований підхід при проектуванні окремих структур образного комп'ютера, який базується на оптоелектронному принципі око-процесорної обробки інформації з організацією еволюціонуючої бази знань, забезпечує розробку високоефективних елементів, пристроїв та систем управління. Діаграма ефективності використання технологій пристроїв обробки зображень (ПОЗ) приведена на рис.4.

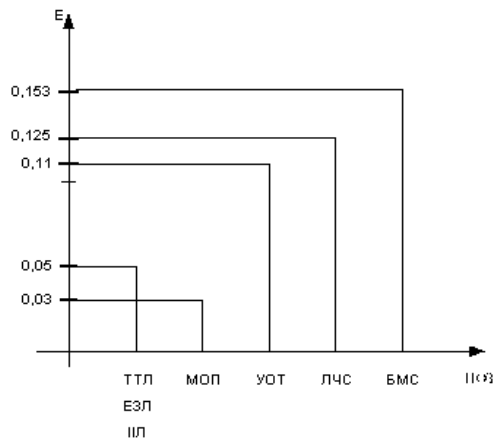


Рис. 4. Діаграма ефективності використання ПОЗ

Ефективність ПОЗ визначаємо за чотирма основними параметрами [9]:

- Π_T – швидкодія;
- Π_n – споживана потужність;
- Π_i – розрядність представлення інформації;
- Π_ϕ – функціональна повнота, цей параметр відображає кількість виконуваних операцій.

Ефективність для ПОЗ має такий вигляд:

$$E = \frac{1}{4} \left(\frac{\Pi_{m.i.}}{\Pi_{m.p.}} + \frac{\Pi_{n.i.}}{\Pi_{n.p.}} + \frac{\Pi_{i.i.}}{\Pi_{i.p.}} + \frac{\Pi_{\phi.i.}}{\Pi_{\phi.p.}} \right),$$

де в знаменнику знаходяться ідеальні значення параметрів, а в чисельнику – реальні.

Важливо відмітити, що саме поняття око-процесора та наукові дослідження, пов'язані з його моделюванням, виникли та розвивалися ще в середині 80-х років ХХ сторіччя на базі кафедри лазерної та оптоелектронної техніки ВДТУ. Головна мета, яка переслідувалася вченими-дослідниками, виражалася в створенні такої інформаційної структури, яка б володіла здатністю образного сприйняття світу та автоматизованого прийняття рішень. Ідея створення око-процесора на протязі останніх десятиріч постійно знаходилася в центрі уваги даної наукової школи. Проведені значні дослідження, досягнуті

вагомі результати.

І тому, коли в 2000 році була затверджена Державна науково-технічна програма “Образний комп’ютер”, то виявилася близькість мети та завдань вказаної державної програми з науковими здобутками, які були отримані представниками наукових шкіл: по нанотехнологіях проф. Осінського В.І. (ДП НДІ Мікроприладів, Центр оптоелектронних технологій, м. Київ) та розробок структурної організації та методів обробки зображень проф. Кожем’яко В.П. (ВДТУ, м. Вінниця) і наукових досліджень структур образного комп’ютера проф. Вінцюка Т.К. (Міжнародний науково-навчальний центр ЮНЕСКО інформаційних технологій та систем, м. Київ)

На основі аналізу структури та принципів функціонування око-процесора і тих завдань, які поставлені в напрямку створення образного комп’ютера, автори схильні стверджувати, що око-процесор є одним із сучасних прототипів образного комп’ютера, однією із первинних його моделей, побудованій на основі принципів оптоелектронної схемотехніки [10].

На підтвердження цих положень, необхідно вказати, що за своїм цільовим призначенням як око-процесор, так і сучасний образний комп’ютер виявляють цілковиту подібність, а саме: виконувати функції моделювання образного сприйняття світу та логічного мислення.

А тому, око-процесор як певного рівня організації інтелектуальна структура набуває значних переваг в порівнянні з іншими, подібними йому, інтелектуальними системами. Це дозволяє розглядати око-процесор як первинну оптико-електронну модель образного комп’ютера, а оптоелектронні логіко-часові перетворювачі інформації – як його базові структури.

На завершення хотілося б відмітити: по-перше, складність вирішення вище вказаних задач визначається ще й тим, що ще багато чого залишається невідомого в самому людському інтелекті. По-друге, якщо і відоме, то ще недостатня практика комп’ютерних експериментів по вирішенню інтелектуальних задач. По-третє, рівень розвитку наукових уявлень про “людський інтелект” та “штучний інтелект” набуває відносного характеру, оскільки визначається рівнем розвитку суспільної практики. Це означає, що проблема штучного інтелекту тим більше набуває практичного характеру, чим швидше вона соціально визріває, детермінуючись системою суспільних потреб. Тепер ми вийшли на рівень побудови “інформаційного суспільства”, а це означає, що потреби розвитку суспільства в тому числі поставили на порядок денний і проблему моделювання образного комп’ютера.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В.И. Гриценко Информатизация как проблема // УСиМ – 2001 г. – №6.
2. Кожем’яко В.П. Погляд на природу штучного інтелекту // Вісник ВПІ – 1997 р. – №1.
3. Основи проектування систем штучного інтелекту. Навчальний посібник / В.І. Месюра, Л.М. Ваховська. – В.: ВДТУ, 2000.
4. Вінцюк Т. Образний комп’ютер: концепція, методологія, підходи. – Праці п’ятої міжнародної конференції “УкрОБРАЗ’2000”, – К., 2000.
5. Ю.В. Капитонова, В.И. Скурихин О некоторых тенденциях развития и проблемах искусственного интеллекта // Кибернетика и системный анализ – 1999 г. - №1.
6. Кожемьяко В.П. Оптоэлектронные логико-временные информационно-вычислительные среды. – Тбилиси, Мецниереба, 1984.
7. Мартинюк Т.Б., Кожем’яко В.П., Павлов С.В., Заболотна Н.І. Оптоелектронні комп’ютери. – Вінниця, ВДТУ, 1998.
8. Кожем’яко В.П., Тимченко Л.І., Білан С.М., Поплавський А.В. Паралельні обчислювальні методи та засоби пірамідальної обробки інформації. Навч. посібник – К.: ІСДО, 1994.
9. Павлов С.В., Кожем’яко В.П., Роптанов В.І. Конструювання оптоелектронних приладів та систем. – В.: ВДТУ, 1998.
10. Кожем’яко В.П., Яровий А.А. Ефективність функціонування оптико-електронних інтелектуальних структур в системах автоматизованого управління. // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2001 г. – №1 (10).

Надійшла до редакції 16.11.2001 р.

КОЖЕМ’ЯКО В.П. – академік АІНУ, д.т.н., професор, завідувач кафедри лазерної і оптоелектронної техніки, Вінницький державний технічний університет, Вінниця, Україна.

ЯРОВИЙ А.А. – аспірант, м.н.с. кафедри лазерної і оптоелектронної техніки, Вінницький державний технічний університет, Вінниця, Україна.