

УДК 681.513.8

ОГЛЯД ПІДХОДІВ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА

А.В. Павлов

Міжнародній науково-навчальній центрі інформаційних технологій та систем НАН та МОН України

andriypavlove@gmail.com

Дана робота присвячена огляду та аналізу робіт в області розробки і конструювання інтелектуальних інтерфейсів користувача. Особлива увага приділяється архітектурі інтелектуального інтерфейсу користувача, задач, що виникають при його розробці і методів їх розв'язання. Наведено низку прикладів інтелектуальних інтерфейсів користувача, ґрунтуючись на детальному аналізі робіт в даній галузі.

Ключові слова: інтелектуальний інтерфейс користувача, людино-машинна взаємодія, моделювання користувача, мульти-модальність.

Данная работа посвящена обзору и анализу работ в области разработки и конструирования интеллектуальных интерфейсов пользователя. Особое внимание уделяется архитектуре интеллектуального интерфейса пользователя, задачам, возникающим при его реализации и методам их решения. Приведены несколько примеров интеллектуальных интерфейсов пользователя, основываясь на детальном анализе работ в данной области.

Ключевые слова: интеллектуальный интерфейс пользователя, человеко-машинное взаимодействие, моделирование пользователя, мульти-модальность.

This paper is devoted to the review and analysis of works in the field of development and building intelligent user interfaces. Particular attention is paid to the architecture of the intelligent user interface, the tasks, arising during the development, and methods for solving them. Several examples of intelligent user interfaces are given based on a detailed analysis of works in this area.

Key words: intelligent user interface, human-computer interaction, user modeling, multimodality.

Вступ

Майже в усіх сучасних комп'ютерних додатках технології інтерфейсу користувача (ІК) еволюціонували від інтерфейсу командного рядка до інтерфейсів застосування безпосереднього введення інформації *WIMP* (вікна, іконки, меню і засоби введення за допомогою покажчика). Ключовим успіхом традиційних *WIMP* інтерфейсів була розробка широко поширених міжплатформених пакетів програм, таких як *Motif* і *Swing*. Ці пакети містили

загальні угоди щодо графічного представлення та взаємодії з інтерфейсом користувача, такі як панелі кнопок, лінійки прокрутки, флагової кнопки, і т.д.

Наступне покоління інтерфейсів назване «інтелектуальним» покликане забезпечити користувача додатковими можливостями включаючи адаптивність, настройка під предметну область і допомогу у розв'язанні задач. Відповідно, наступним міжплатформним пакетом інтелектуального інтерфейсу користувача (ІІК) (по аналогії з *WIMP*) повинен бути інтелектуальний агент або посередник між користувачем і конкретним комп'ютерним додатком, який реалізує підходи і методи для підтримки спілкування з користувачем.

У даній роботі ми:

- розповімо, що таке інтелектуальний інтерес користувача і як його визначають інші автори;
- розглянемо його структуру, компоненти і взаємозв'язки між ними;
- виділимо задачі, що виникають при проектуванні ІІК, а також методи і технології їх розв'язання;
- наведемо огляд і детальний аналіз робіт в даній області.

1. Інтелектуальний інтерес користувача

Як і традиційні ІІ, інтелектуальні інтерфейси користувача повинні бути такими, що легко освоюються, практичні і зрозумілі. Крім цього, однак, інтелектуальні інтерфейси обіцяють забезпечити додаткові можливості, такі як [1]:

- розпізнавання неточного, неоднозначного та/або часткового мультимодального введення інформації;
- створення узгодженого, єдиного і зрозумілого мультимодального представлення;
- напів-або повністю автоматичне розв'язання задач;
- управління взаємодією (розв'язання задач, підстроювання способів взаємодії, адаптація інтерфейсу) за допомогою представлення, логічного виведення, і використання моделі користувача, предметної області, задачі та контексту.

Мультимодальне введення – це надходження і обробка інформації в системі за допомогою різноманітних пристроїв введення, наприклад, миша, клавіатура, мікрофон.

На відміну від традиційних ІІ, інтелектуальні інтерфейси – це такі, що можуть будувати логічні виведення і мають уявлення про користувача, предметну область, задачу, спосіб передачі інформації (графіка, природна мова, жести) і конкретну ситуацію. На сьогодні існує безліч додатків, що реалізують ці можливості, починаючи від автоматичної фільтрації електронної пошти до програм, що розпізнають голос і та вміють говорити.

Метою ІІІ є підвищення продуктивності, ефективності та природності роботи традиційного ІІ.

На рис. 1 представлена архітектура ІІК на високому рівні.

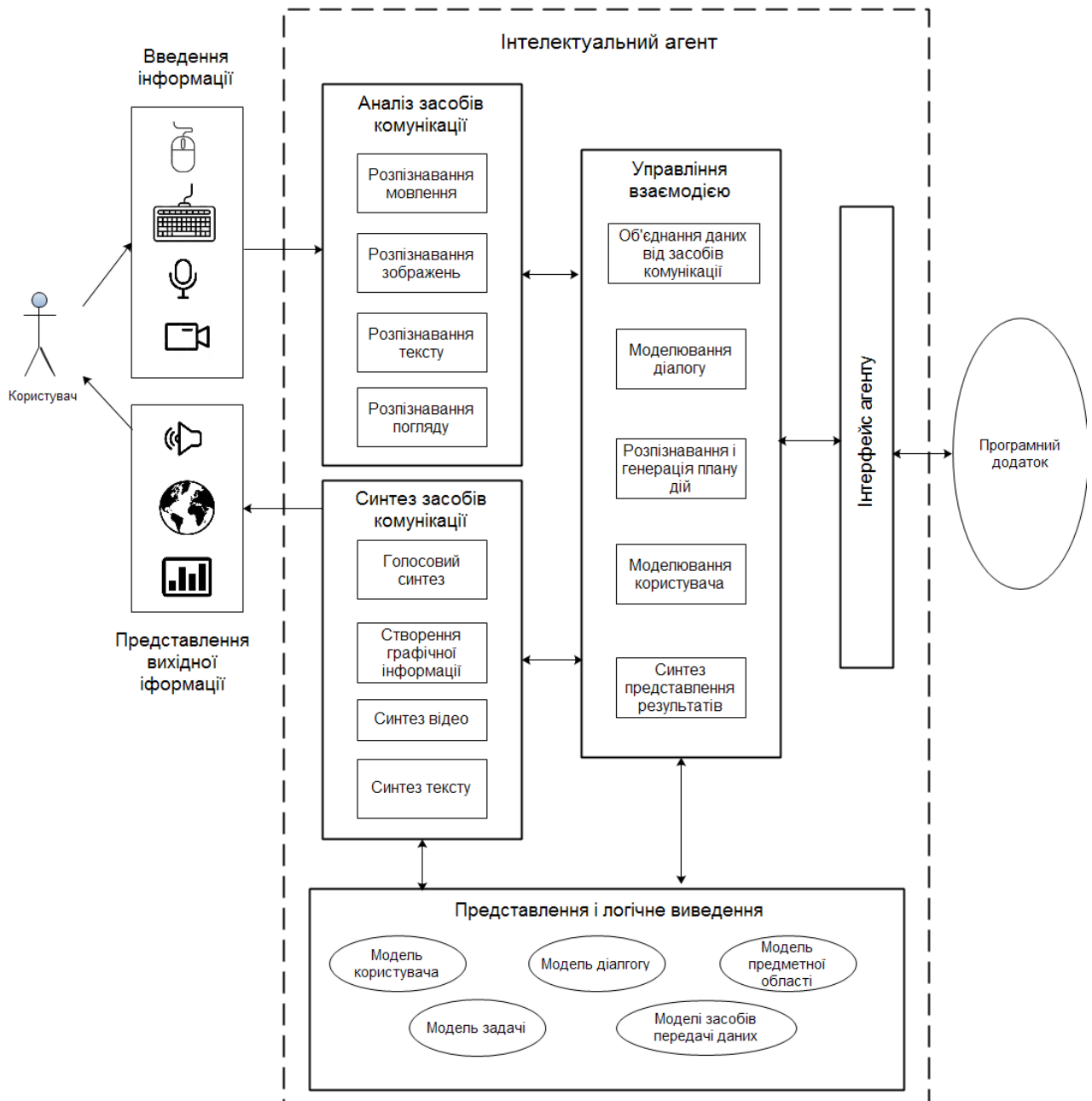


Рис. 1 – Архітектура ІІК

Іншими словами, «інтелектуальність» в ІІК можна трактувати як деяку підпрограму-агента, яка з одного боку стежить за діями користувача, аналізує їх і допомагає користувачеві, підказуючи варіанти дій, з іншого боку, підключається до заданого програмного додатку і викликає його команди відповідно до моделлю діалогу з користувачем.

Прикладами таких інтелектуальних інтерфейсів є:

- авто-закінчення слів або фраз при наборі тексту в мобільних додатках;
- авто-підбір зображень за ключовими словами в пошукових системах;
- автоматичне анотування зображень ключовими словами;

- класифікація тексту на підставі його семантики;
- зіставлення цілей користувача конкретним ключовим словам, що використовуються традиційними пошуковими механізмами;
- пошук он-лайн сервісів, що розв'язують глобальну завдачу (мету) користувача. Цілі користувача вводяться у систему за допомогою двох інтерфейсів: перший дозволяє голосове введення, другий – інтерактивно надає відповідні он-лайн сервіси в окремій частині вікна браузера, в той час як користувач здійснює пошук.

Як видно з малюнка, в найзагальнішому випадку ПК є мульти-модальною діалоговою системою, що дозволяє вести діалог за допомогою декількох інструментів введення і виведення інформації. Можливості такої системи значно перевершують текстовий пошук в Інтернеті або мовні діалогові системи. Залежно від контексту ПК вибирає і комбінує найкращі способи введення і виведення інформації. Зауважимо, що ПК абстрагується від конкретних способів передачі інформації, предметної області, програмного забезпечення, задачі і користувача.

2. Компоненти ПК, задачі і методи їх розв'язання

Аналіз і Синтез засобів комунікації формують список конкретних задач відповідно до назви блоків, що знаходяться в них (див. рис. 1). Більшість з цих задач розв'язано, що підтверджено практичними впровадженнями. Найбільш поширеними методами їх розв'язання є методи штучного інтелекту, зокрема, методи і алгоритми розпізнавання мовлення, жестів, погляду, зображень, а також методи обробки природної мови.

Управління взаємодією є ядром ПК, що покликане відповісти на такі питання як: що повідомляти, коли повідомляти і як повідомляти інформацію користувачеві.

Управління взаємодією відповідає за:

- інтерпретацію і об'єднання розпізнаної інформації з різних джерел на основі моделі засобів передачі даних;
- створення і коригування моделі діалогу в реальному часі, просування діалогу з користувачем відповідно до цієї моделі на основі моделі предметної області, моделі задачі і моделі користувача;
- розпізнавання і формування плану дій на основі моделі діалогу та минулих дій користувача (безпосереднє введення користувачем або спостереження за його діями); і
- представлення результатів або формування уточнюючих запитань з метою ліквідації неоднозначностей в процесі діалогу з користувачем.

Розв'язання задач *моделювання діалогу* і *розпізнавання плану дій* залучає когнітивну науку і теорію спільного спілкування (*collaborative discourse theory*). Для побудови моделі предметної області і моделей завдань можуть застосовуватися онтології [3] і правила [4].

Розпізнавання плану це процес визначення намірів користувача на основі його моделі і моделі задачі. У разі, коли система пасивно стежить за користувачем з метою почати діалог в потрібний момент і допомогти користувачеві у розв'язанні його задачі, розпізнавання плану полягає у зборі та інтерпретації даних спостережень користувача і надання відповідної допомоги [5, 6]. Якщо ж система активно взаємодіє з користувачем, розв'язуючи конкретну задачу, виконуючи і уточнюючи його команди, розпізнавання плану – це розпізнавання і інтерпретація його команд і пропозиція про виконання подальших дій [4].

Моделювання користувача – це процес розпізнавання і передбачення майбутніх дій користувача на основі його виконаних дій, заданої (або передбачуваної) мети і поточної дії користувача. Побудова моделі користувача і формування висновків про мотивацію, можливості та майбутні дії користувача вимагає розв'язання задачі розпізнавання в умовах невизначеності. Дані, доступні для виведення висновків про користувача є неточними, неоднозначними і неповними. На жаль більшість методів та інструментів обробки неточних даних в області інформаційних технологій є чисельними за своєю природою [2]. Незважаючи на це, є і ряд методів, що стали відомі у розв'язанні цієї задачі. Їх називають м'якими обчисленнями. Вони поділяються на: детерміністські підходи, алгоритмічні підходи, імовірнісні підходи, машинне навчання та розмиту логіку. Зокрема, в роботах [5, 6] моделювання користувача відбувається за допомогою застосування таких імовірнісних алгоритмів як Байєсовські моделі і мережі.

Архітектура ПК включає декілька моделей:

- *Модель предметної області* представляє характеристики конкретної області в якій користувач працює.
- *Модель користувача* збирає, зберігає і оновлює знання про користувача для того щоб ПК ефективно відповідав на його вимоги.
- *Модель діалогу* зберігає динамічне представлення діалогу між користувачем і системою.
- *Модель задачі* зберігає представлення розв'язання конкретної задачі в деякому формальному вигляді, наприклад, у вигляді логічних правил «якщо-то».

3. Характеристика інтелектуальних інтерфейсів користувача

Однією з основних властивостей ПК є адаптивність – здатність адаптувати відповідь системи до рівня розуміння конкретного користувача. Іншими словами, адаптивний ІК змінюється з часом, ґрунтуючись на минулому досвіді, отриманому в результаті взаємодії з користувачем. Ця здатність заснована на побудові і використанні моделі користувача і логічному виведенні в напрямку відповідних адаптацій інтерфейсу.

Адаптивність ПК включає як адаптивність до користувача так і до контексту. Адаптивність до користувача вимагає побудови моделі користувача, а адаптивність до контексту - моделі предметної області, моделі задачі і моделі діалогу.

Ініціатива у взаємодії між ПК і користувачем може бути віддана користувачеві, системі або бути змішаною. У першому випадку користувач змушений вимовити команду перед тим як система почне обробку. У таких ПК більша увага приділяється коректній інтерпретації висловлювань користувача; наміри користувача визначають поведінку діалогової системи. Типовим прикладом є система планування маршруту в області перевезень. У другому випадку користувач і система повинні мати спільну мету і після ініціалізації системи питанням користувача, система розпитує у користувача інформацію, якої бракує для досягнення мети. Системи зі змішаною ініціативою підтримують природне чергування вкладів користувача і системи, націлених на формування розв'язків поставлених задач. Це означає, що обидві сторони повинні вміло розв'язувати і обговорювати під-задачі, що виникають у напрямку до досягнення спільної мети.

На даний момент найбільш обіцяючими є системи зі змішаною ініціативою. Даний підхід декларує значно поліпшити взаємодію людини з машиною, дозволяючи комп'ютеру вести себе в більшій мірі як партнер, що вміє працювати з користувачами розробляючи загальне розуміння цілей і робити внесок в розв'язання задач найбільш підходящим чином. Створення таких складних систем вимагає розв'язання ряду трудомістких задач. Зокрема, необхідно розробити механізми для збору інформації, виведення логічних висновків про наміри користувача, його увагу і його здібності в умовах невизначеності.

4. Приклади інтелектуального інтерфейсу користувача

Робота [3] націлена на створення ПК, що базуються на концепції спільної мульти-модальності. Мульти-модальність – це здатність системи одержувати і обробляти інформацію з декількох різнорідних джерел. Наприклад, мікрофон і координатно-вказівний пристрій. Система, заснована на спільній мульти-модальності, є системою зі змішаною ініціативою і вміє сприймати інформацію з кількох джерел. Автор виділяє чотири основні принципи спільної мульти-модальності ПК:

- ПК не повинен штучно відокремлювати діалог від дій;
- діалоги ПК повинні бути сплановані за допомогою систем незалежних від засобів вводу/виводу інформації;
- ПК повинен бути мульти-модальним та використовувати штучний інтелект (ШІ);
- ПК повинен реалізовувати діалоги зі змішаною ініціативою.

Як приклад такої системи автори розробили програму в сфері медицини, яка вміє виконувати мовні команди і допомагає рентгенологу анотувати і зберігати знімки в базу даних [3]. Система вміє ставити запитання з приводу анотацій до знімків, тим самим залучаючи доктора в діалог на природній мові. За допомогою використання знань високого рівня, представлених в онтологіях, різні семантичні уявлення одного і того ж медичного знімка (в структурному, функціональному аспектах і аспекті захворювання) можна чітко сформулювати, інтегрувати і запросити. Система реалізує дві функції. Перша – це контроль і навігація по даним пацієнта, друга – анотування рентген-знімків за допомогою мови і жестів.

Робота [4] визначає ПК як той, що вміє відповідати на шість типів питань:

- Хто повинен зробити ...?
- Що робити далі?
- Де я перебуваю зараз? Де я був до цього?
- Коли ми робили ...?
- Чому ми (не) робили ...?
- Як нам зробити ...? Як ми зробили ...?

Автори відзначають, що ПК повинен направляти і виправляти користувача, якщо він припуститься помилки. У роботі пропонується універсальна діалогова система-інтерфейс під назвою *Collagen*, що дозволяє користувачеві будь-якого спеціалізованого додатку працювати з ним не маючи спеціальних знань і навичок.

В основу реалізації системи покладена теорія спільного спілкування. Авторі поєднали підхід інтелектуального агента-інтерфейсу з традиційним інтерфейсом безпосереднього введення. В якості моделі користувача в ПК виступає інтерфейсний агент. Згідно з підходом, користувач і інтерфейсний агент спільно працюють над досягненням єдиної мети в заданому контексті. Агент не тільки спілкується з користувачем, а й спостерігає за його діями. Як агент так і користувач можуть взаємодіяти зі спеціалізованим додатком на пряму. Загальна архітектура додатку представлена на рис. 2.

Діалог будується між користувачем і агентом, які переслідують спільну мету, що необхідно виконати над додатком. *Collagen* виступає в ролі рушійної сили цього діалогу. Його роль – зберігати і відстежувати стан діалогу і пропонувати наступні варіанти розвитку подій рухаючись по певному дереву плану, що складається з дій, необхідних для досягнення поставленої мети або підцілі. Стан діалогу в системі складається із стеку цілей і плану дій у вигляді дерева.

Collagen оновлює стан діалогу при кожному висловлюванні або дії, що виконані користувачем або агентом, використовуючи алгоритм інтерпретації діалогу, що включає розпізнавання плану і непередбачена зміна поточної мети. Подією в діалозі є одне з наступних:

- початок нового сегменту дерева, мета якого є частиною глобальної мети;

- просування по поточній частині дерева в напрямку поточної мети; або
- досягнення поточної мети.

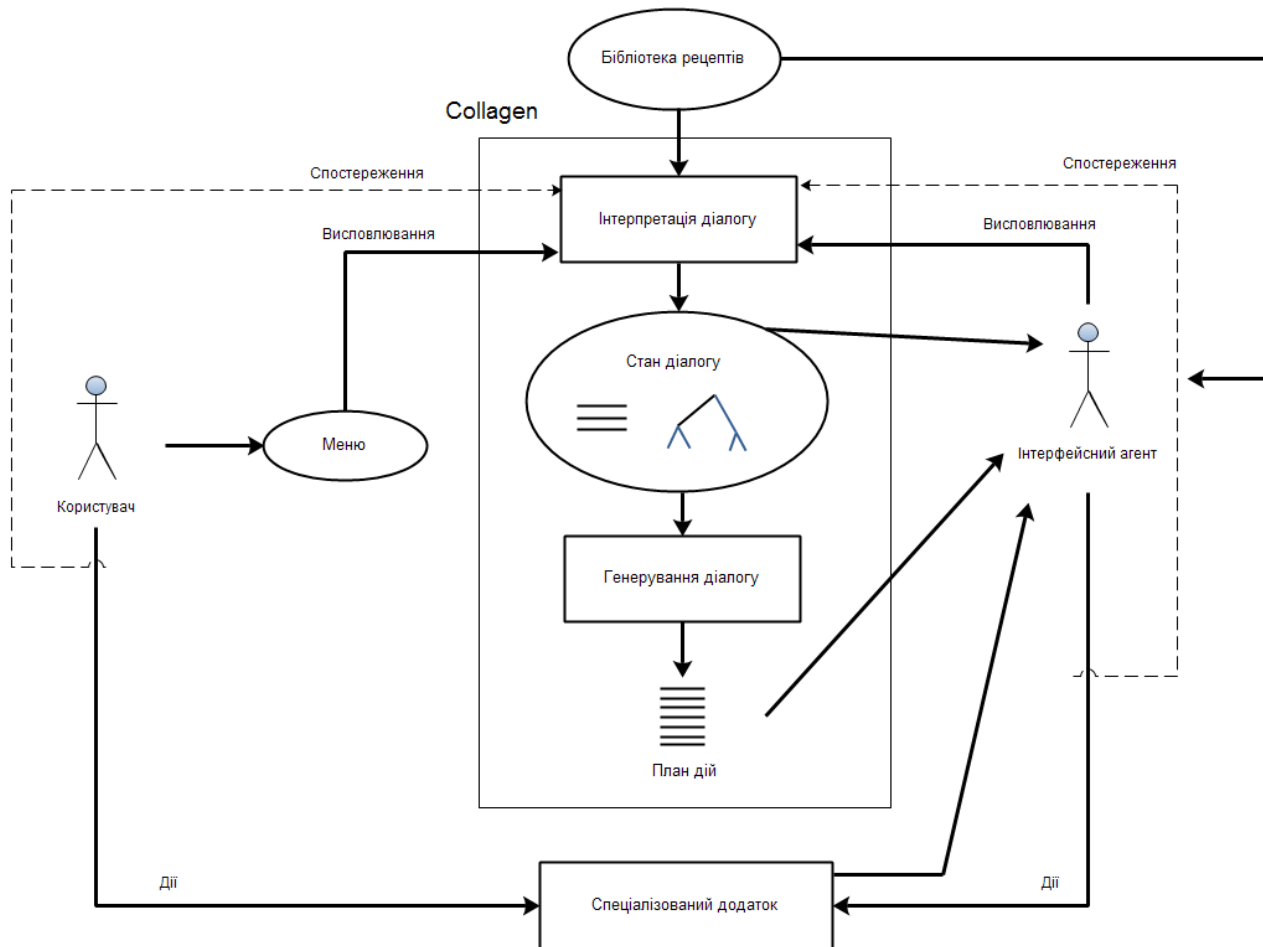


Рис. 2 – Архітектура Collagen

Моделі задачі і предметної області в системі задаються за допомогою бібліотеки рецептів. Рецепт або правило декомпозиції є метод, що розбиває мету на послідовність кроків.

Висловлювання або дія просуває нас до мети, якщо:

- 1) безпосередньо досягає мети;
- 2) є кроком рецепту для досягнення мети;
- 3) визначає рецепт для досягнення мети;
- 4) визначає того, хто повинен виконати дію з рецепту або рецепт взагалі;
- 5) визначає параметр цілі або дії рецепту.

Алгоритм розпізнавання плану будує дерево дій та запитань на основі заданих рецептів, що стосуються поточної дії і заданої мети. Особливістю алгоритму є те, що він не опрацьовує детально весь план, а тільки ту його частину, в якій він знаходиться. По мірі просування план деталізується і уточнюється. Під час деталізації Collagen може задавати питання, якщо є кілька варіантів на шляху до досягнення мети. Варто зауважити, що алгоритм застосовується як до висловлювань і дій користувача, так до агента, для того щоб бути впевненим, що вони обидва рухаються в правильному напрямку.

Алгоритм генерації діалогу по суті є інверсією алгоритму його інтерпретації. Його завдання – на основі поточного стану діалогу створити пріоретизований план дій і висловлювань, які просунуть діалог до поточної мети відповідно до випадків 1) - 5), що наведені вище.

Робота системи починається з аналізу висловлювання або спостереження за дією користувача або агента в частині «Інтерпретація діалогу» рис. 2. Алгоритм інтерпретації діалогу оновлює стан діалогу (включаючи розпізнавання плану), що тягне за собою створення плану дій. У найпростішому випадку, агент вибирає перший пункт у плані (який може бути висловлюванням або дією), що є новим входом для модуля інтерпретації діалогу і цикл повторюється.

Все що необхідно для підключення *Collagen* – це бібліотека рецептів і інтерфейс програмування додатка (API), що дозволяє виконувати дії з додатком і спостерігати за його станом. *Collagen* поставляється з агентом за замовчуванням, який вибирає першу дію з плану дій.

В роботі показано застосування розробленої технології на прикладі чотирьох програмних додатків: 1) налагодження та програмування програми запису відео-касет; 2) програма для створення графічного інтерфейсу користувача; 3) програма для роботи з двигуном газової турбіни і налаштуванням генератора; 4) програма по налаштуванню і програмуванню домашнього клімат контролю.

Робота [5] досліджує і націлена на розв'язання задачі розпізнавання уваги користувача в умовах невизначеності. Автори розроблюють систему, яка вміє сприймати і ділитися з користувачем природними сигналами уваги, для того щоб підтримувати діалог та інші форми співпраці з ПК зі змішаною ініціативою. Незважаючи на те, що увагу співрозмовника можна визначити аналізуючи дані сенсорів, що стежать за його поглядом, існують ситуації, коли ми не можемо точно знати на чому сфокусований користувач і кому адресовані ті чи інші його висловлювання. Тому автори перейшли до розроблення моделей розпізнавання уваги користувача і сервісів для розв'язання його задач, ґрунтуючись на даних про його увагу в умовах невизначеності.

Автори вручну побудували і навчили Байєсовські моделі, націлені на визначення поточної і майбутньої уваги користувача в умовах невизначеності на основі поточного потоку підказок. Входами Байєсовських моделей уваги є сигнали сенсорів, на основі яких розраховується ймовірність розподілу уваги і намірів користувача. Сенсори включають мікрофони, що вловлюють висловлювання, камери, що вловлюють погляд і позу користувача, аксілометри, що визначають шаблони руху пристроїв, розпізнавання місця положення за допомогою *GPS* і аналіз бездротових сигналів.

Для того щоб об'єднати сенсорну інформацію з різних джерел і побудувати імовірнісні моделі уваги, автори прийшли до використання і розроблення Байєсових мереж і діаграм впливу – графічні моделі, що перетворюють імовірнісні висновки в основу для виконання дій в умовах

невизначеності. Система, приймаючи рішення про дію, враховує його вартість, вигоду, отриману від цієї дії, і задану невизначеність уваги користувача. Автори використовують динамічні Байєсовські мережі і приховані моделі Маркова для представлення і визначення станів уваги і місця розташування користувача в часі.

У першій частині роботи автори пропонують систему *Notification Platform*, яка управляє потоком повідомлень користувачеві від множини джерел до пристроїв, виконуючи по ходу аналіз можливих розв'язків. Джерелами можуть бути як сигнали сенсорів, так і традиційні джерела подій, такі як: календар, дані взаємодії користувача з різними додатками (електронна пошта) та/або пристроями, історія інтересів користувача (новини), попередні шаблони поведінки і уваги користувача. Пристроями можуть бути: домашній або робочий комп'ютер, смартфон і інш.. Користувач також може налаштовувати, як сповіщати його повідомленням. Наприклад, повідомлення може з'являтися на всьому екрані або тільки його частини; звуковий супровід може бути тихим, голосним або зовсім відсутнім. Крім того, система дозволяє користувачеві підключати і налаштовувати різні джерела інформації і пристрої.

Аналіз, що проводить система, знаходить рівновагу між очікуваною цінністю інформації для користувача і вартістю потурбувати (відвернути увагу) користувача. В якості вхідних даних система використовує інформацію про увагу користувача, його положення і загальну ситуацію.

Аналізатор *Notification Platform* зважає штраф і вигоду від сповіщення користувача повідомленням. При обчисленні штрафу втручання, модель прийняття рішень оцінює розподіл ймовірності стану уваги користувача, його положення в різних місцях, включаючи штраф втручання викликаний різною формою сповіщення від кожного з пристроїв, доступність цих пристроїв та ймовірність того, що інформація все ж потрапить користувачеві, якщо буде сповіщена відповідним чином і пристроєм. Вигода від сповіщення користувача розраховується як різниця між цінністю сповістити користувача в даний момент і сповістити його про це пізніше. Система постійно перевіряє всі можливі способи і форми передачі повідомлення для того, щоб зрозуміти коли і як сповістити користувача.

Друга частина роботи спрямована на розпізнавання підказок про увагу користувача в якості регулюючих сигналів спілкування з комп'ютером зі змішаною ініціативою. Авторами розроблені два проекти *DeepListener* і *Quartet*, що використовують моделі уваги у системах спілкування з використанням розмовної мови. Обидва проекти націлені на вирішення проблеми розпізнавання співрозмовника. А саме: як комп'ютеру, що має мікрофон і модуль розпізнавання мови, визначити, кому було спрямовано висловлювання в кімнаті повній людей та інших пристроїв.

Додаток *DeepListener* зображує свою увагу і готовність граціозно змінюючи колір і інтенсивність лінз які знаходяться на контрольній панелі програми або ж за допомогою жестів і думок анімованого агента. Додаток

Quartet є системою розпізнавання мови реального часу і включає в себе значно більший спектр моделей уваги в умовах невизначеності. Воно стежить за клавіатурою та аналізує зв'язок між розпізнаванням природної мови і візуальної позою щоб визначити стан уваги користувача, а також прийняти рішення щодо того, чи варто ініціювати або продовжити контакт з користувачем. Дана система може використовуватися в якості асистента на презентаціях за допомогою слайдів. Наприклад, вона вміє виділяти з мови доповідача команди пов'язані з нею і рухати слайди від одного до іншого.

Стаття [6] пропонує систему *Lookout* – ПК зі змішаною ініціативою. Її мета допомогти користувачеві з задачею перегляду календаря і створенням зустрічей. *Lookout* стежить як користувач взаємодіє з програмою *Microsoft Outlook* і календарем. Вона розпізнає коли користувач відкриває і має намір створити новий лист. Програма вирішує коли і як найкращим чином допомогти користувачеві в задачі вибору кращого представлення календаря і планування зустрічей відповідно до його листів.

Для кожного листа *Lookout* розраховує ймовірність того, що користувачеві знадобиться викликати календар програми *Outlook* і відповідну систему планування. Це робиться на підставі теми листа і його змісту. Знаючи цю ймовірність, а також штраф і цінність представлення своєї допомоги в даний момент часу, система проводить аналіз очікуваної користі від своєї дії і вирішує чи варто взаємодіяти з користувачем, або просто нічого не робити (дозволити користувачеві здійснювати безпосередні дії з програмою).

Lookout використовує знання про типові способи опису зустрічі і часу. Вона розпізнає час в таких фразах як «в пт. опівдні», «завтра в три», «наступного тижня», «в січні», «поснідати», «пообідати», і т.д.. Система намагається принести користь користувачеві показуючи автоматично згенеровану зустріч або ж вид календаря в найкращому масштабі.

Якщо система може достовірно розпізнати дату і час, вона запропонує зустріч з автоматично заданою датою, часом і темою зустрічі в програмі *Outlook* і представить її користувачеві для підтвердження або зміни. Якщо ж визначити достовірно дату і час неможливо, вона відкриє календар на найбільш ймовірному дні або тижні і передасть управління користувачеві для уточнення.

Lookout використовує логічне вививедення, навчання і спілкування щоб допомогти користувачеві під час його роботи. Система застосовує модель для оцінювання стану уваги користувача, для того щоб зрозуміти, коли почати діалог з користувачем і запропонувати йому скористатися його допомогою. *Lookout* оцінює час який користувач витрачає на читання листа, ґрунтуючись на ознаках в змісті листа і діях користувача. А саме, *Lookout* використовує довжину листа і час після останнього застосування прокрутки, щоб розрахувати відповідного момент для початку діалогу з користувачем.

Система постійно намагається покращити якість свого сервісу за допомогою автоматичного навчання на задньому плані. Моделі розпізнавання цілей і намірів користувачів оновлюються в режимі реального часу за

допомогою безпосереднього спостереження за поведінкою користувача, використовуючи процес навчання, який збирає інформацію про 1) зміст листа і пов'язані з ним дії користувача стосовно планування зустрічей; 2) часу між відкриттям листа і безпосереднім виконанням користувачем завдань планування і виклику календаря.

Lookout також може працювати в «хендс-фрі» режимі, використовуючи анімованого агента-помічника і систему синтезу і розпізнавання мови. В даному режимі система встановлює додатковий аудіоканал спілкування з користувачем для того, аби максимально зменшити помилки розпізнавання дій введення з клавіатури та миші.

Висновки

За останні десятиліття можна виділити два різних погляди на розвиток і розробку інтелектуальних інтерфейсів користувача. Перша група вчених захоплена розвитком і розробкою методів, технологій і підходів представлення і механізмів логічного виводу оцінювання та передбачення уваги і намірів користувача, а також реалізацію автоматичних дій. Друга група дослідників акцентує свою увагу на розробці автоматичних засобів і моделей, націлених на покращення можливостей користувача безпосередньо працювати з додатком. Замість того, щоб захищати той чи інший підхід, ми вважаємо, що їх симбіоз може запропонувати істотно новий рівень використання систем, який характеризується більш глибокою і природною співпрацею між людиною і машиною.

Література

1. Intelligent User Interfaces: An Introduction. Morgan Kaufmann // RUIU, San Francisco, 1998, pp. 1- 13.
2. Adaptive User Interfaces for Intelligent E-Learning: Issues and Trends. Abdul-Rahim Ahmad, Otman Basir, Khaled Hassanein // ICEB2004 pp. 925-934.
3. Collaborative Multimodality. Daniel Sonntag // Künstliche Intelligenz: Vol. 26, No. 2. Springer. (S. 161-168), 2012. DOI: 10.1007/s13218-012-0169-4.
4. COLLAGEN: Applying Collaborative Discourse Theory to Human-Computer Interaction. Charles Rich, Candace L. Sidner, Neal Lesh // AI Magazine, 22(4), 15., 2001.
5. Models of attention in computing and communication: From principles to applications. Horvitz, Eric & Kadie, Carl & Paek, Tim & Hovel, David. // Communications of the ACM. 46. 52-59. 10.1145/636772.636798. March 2003.
6. Uncertainty, Action, and Interaction: In Pursuit of Mixed-Initiative Computing. Eric Horvitz // Intelligent Systems. September 1999, pp. 17-20.