УДК 004.5

Т.В. Грищук, канд. техн. наук,
О.Н. Романюк, д-р техн. наук, проф.,
В.В. Яремчук, студент
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна
thryshuk@mail.ru

Модель агента інтерфейсу, що реагує на зміну параметрів оператора

У статті викладено основні принципи побудови комп'ютерної системи, що реагує на зміну параметрів оператора. Запропоновано математичну модель агента інтерфейсу технічної системи та розроблено програмне забезпечення.

Ключові слова: модель оператора, інтерфейс користувача, людино-машинні системи.

Вступ

В останній час все більшого поширення набувають системи, що використовують цифрові моделі людини. Для людини є природнім спілкування з іншою людиною, тому на психологічному рівні вона сприймає комп'ютерну систему як свого помічника, який наділено інтелектом.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

Одним з критеріїв розробки будь-якої технічної системи є критерій дружелюбності інтерфейсу. Людина підсвідомо бажає спілкування з машиною, як з іншою людиною. Задача використання цифрових моделей людини також відіграє велику роль на виробництві. Проектування виробничих приміщень, технічних пристроїв, обладнання вимагає від розробників врахування ергономічного фактору, що впливає на зручність роботи [1]. Цифрові моделі людини також широко застосовуються в медичних і наукових дослідженнях [2].

Необхідність переходу програмного інтерфейсу від форми «людина-машина» до форми «людина-людина» розглядається в дослідженні [3], де основну увагу приділено підвищенню довіри до агентів інтерфейсу через збільшення достовірності їх поведінки в режимі очікування. Віртуальний персонаж описується як функція, що залежить від набору параметрів, що включає тривимірну модель агента інтерфейсу, голос, анімацію текстового набору, положення, рух у режимі очікування, жести, емоції, напрям погляду користувача. Спрощена модель руки для розв'язання зворотної задачі моделювання аватару пропонується в [4]. Модель суміщення діяльності людини в складі програмно-апаратного комплексу представлено в [5]. Ця модель реагує на якість виконання оператором поставлених задач та корегує його подальше навчання на тренажері. Показано, що для більшої ефективності процесу навчання необхідно отримувати показники стану оператора та відображати їх на екрані програми-тренажеру. У [6] доведено необхідність візуалізації оцінки стану людини оператора. Візуалізація допомагає оператору самостійно оцінити свій стан і скорегувати його. Розглянуті моделі мають спеціалізоване застосування та потребують спрощення та узагальнення для використання в технічних системах керування. Головним недоліком існуючих підходів є відсутність зворотної взаємодії між агентом інтерфейсу та оператором.

Метою дослідження, наведеного в цій статті, є підвищення ефективності управління людино-машинними системами на етапі сприйняття інформації від оператора.

Для досягнення поставленої мети потрібно розробити модель агенту інтерфейсу, що має задовольняти таким вимогам: агент має бути схожий на людину, повинен аналізувати дані про параметри людини-оператора та візуально відображати стан оператора.

Опис

Для досягнення поставленої мети у склад комп'ютерної системи пропонується ввести додатковий модуль – агент, який безпосередньо буде здійснювати «спілкування» з людиною-оператором. Основні функції агента: стеження за переміщеннями людини-оператора; аналіз мови оператора; видача рекомендацій оператору на природній мові щодо його діяльності.

Структуру модернізованої системи зображено на рис. 1, складається з інтерфейсу, модуля синтезу мови, діалогової логіки, модуля розпізнавання мови та апаратного забезпечення. Апаратне забезпечення агента складається з монітору, мікрофону, динаміків і web-камери.

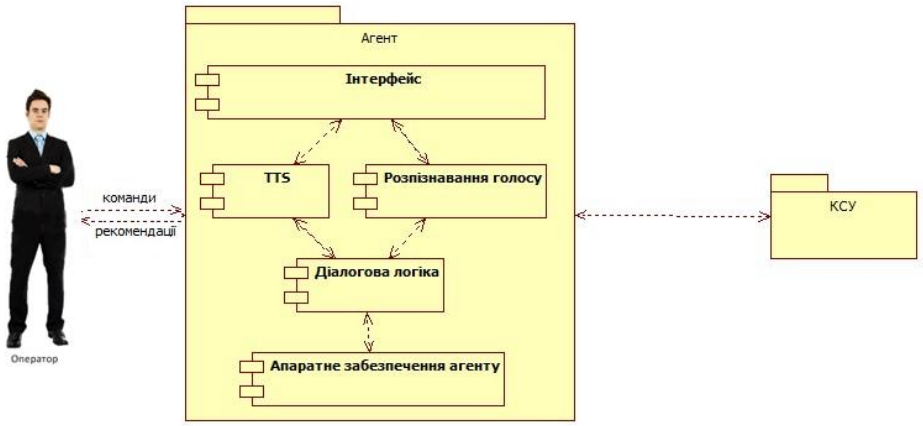

Рисунок 1 - UML-діаграма компонентів системи

Діяльність агента спрямована на запис та аналіз голосових команд оператора та стеження за його положенням в кімнаті. Оператор має отримувати рекомендації щодо свого положення та сили звуку голосу, якщо останні впливають на якість стеження за технічними параметрами системи (наприклад, у випадку аварії) та на якість керування системою з голосу. Агент також має змінювати власне положення на моніторі, щоб збільшити інтуїтивну складову спілкування між людиною та машиною. Діаграму станів системи наведено на рис. 2.

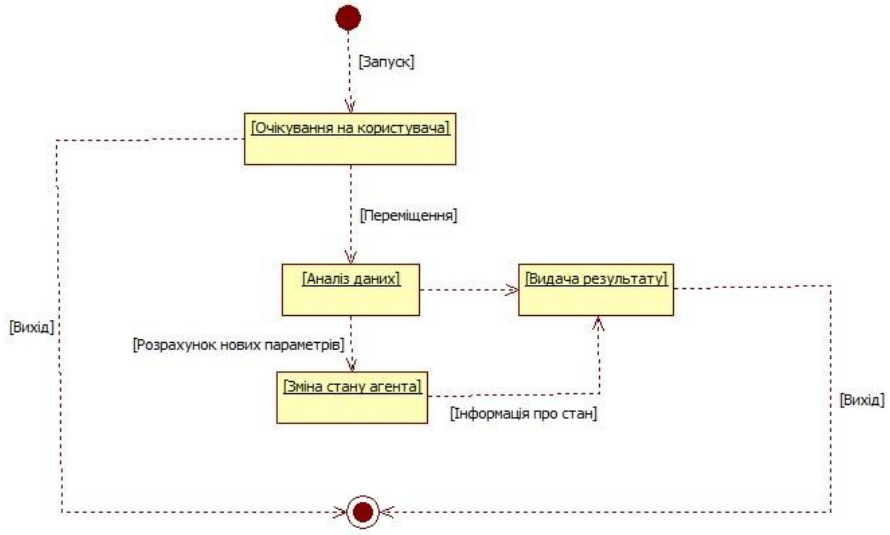

Рисунок 2 - UML-діаграма станів системи

В аналітичному вигляді модель взаємодії оператора з агентом можна представити такими формулами.

Модель оператора:

$$M_{on} = \{S_{on}, x_{on}, y_{on}, I_{on}\}, \quad (1)$$

де S_{on} – відстань оператора до агента; x_{on} – горизонтальне зміщення оператора від агента; y_{on} – вертикальне зміщення оператора від агента; I_{on} – сила звуку голосових команд оператора.

Модель агента:

$$M_{агента} = \{k_{аг}, \varphi_h, \varphi_v, I_{аг}\}, \quad (2)$$

де $k_{аг}$ – масштаб агента; φ_h – кут повороту агента по горизонталі; φ_v – кут повороту агента по вертикалі; $I_{аг}$ – сила звуку голосових команд агента.

Виразимо модель агента через модель оператора:

$$k_{аг} = 1 + \frac{(S_{on} - S_{опт})}{k_1}, \quad (3)$$

де S_{on} – відстань оператора до агента; S_{onm} – рекомендована відстань між оператором та агентом; k_1 – коефіцієнт масштабування агента:

$$k_1 = \frac{S_{\max} - S_{onm}}{k_{scale\max} - 1}, \quad (4)$$

де S_{onm} – рекомендована відстань між оператором та агентом; $S_{\max}$ – максимально можлива відстань між оператором та агентом; $k_{scale\max}$ – максимально можливий коефіцієнт масштабування агента.

Коефіцієнт масштабування агента:

$$k_{аг} = 1 + \frac{(S_{on} - S_{onm}) \cdot (k_{scale\max} - 1)}{S_{\max} - S_{onm}}, \quad (5)$$

де S_{on} – відстань оператора до агента; $S_{\max}$ – максимально можлива відстань між оператором та агентом; $k_{scale\max}$ – максимально можливий коефіцієнт масштабування агента.

Кут повороту агента по горизонталі:

$$\varphi_h = \tan^{-1}\left(\frac{x_{on}}{S_{on}}\right), \quad (6)$$

де x_{on} – горизонтальне зміщення оператора від агента; S_{on} – відстань оператора до агента.

Кут повороту агента по вертикалі:

$$\varphi_v = \tan^{-1}\left(\frac{y_{on}}{S_{on}}\right), \quad (7)$$

де y_{on} – горизонтальне зміщення оператора від агента; S_{on} – відстань оператора до агента.

Сила звуку голосових команд агента:

$$I_{аг} = 1 - I_{on}, \quad (8)$$

де I_{on} – сила звуку голосових команд оператора.

В результаті отримаємо:

$$M_{агента} = \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{(S_{on} - S_{onm}) \cdot (k_{scale\max} - 1)}{S_{\max} - S_{onm}}, \\ \tan^{-1}\left(\frac{x_{on}}{S_{on}}\right), \tan^{-1}\left(\frac{y_{on}}{S_{on}}\right), 1 - I_{on} \end{array} \right\} \quad (9)$$

Авторами було розроблено програмне забезпечення Personal Assistant на мові програмування C++. Для всіх модулів агента розроблено відповідні класи. Тести для перевірки правильності роботи було поділено на три групи: перевірка роботи графічного інтерфейсу, перевірка роботи системи налаштувань та перевірка адекватності математичної моделі агента. При розробці модуля аналізу переміщень оператора був використаний SDK faceAPI, який дозволяє відслідковувати переміщення голови людини, аналізуючи риси обличчя [7]. Для реалізації функції TTS був використаний сторонній модуль "Govorilka", який полегшує використання Microsoft Speech API, вбудованого в операційні системи сімейства Windows [8]. Для проведення аналізу звуку, що поступає з мікрофону, була використана бібліотека NAudio, яка значно спрощує доступ до звукових пристроїв та має в своєму складі багато вбудованих корисних функцій для проведення аналізу звуку [9].

На рис. 3 зображено головну екранну форму та діалог налаштувань параметрів агента. На рис. 4 показано результати перевірки реакції агента на переміщення оператора вгору, вниз, вліво та вправо. На рис. 5 показано результати перевірки реакції агента на наближення/віддалення оператора від web-камери.

Рисунок 3 - Вигляд головної форми при запуску та діалогу налаштувань

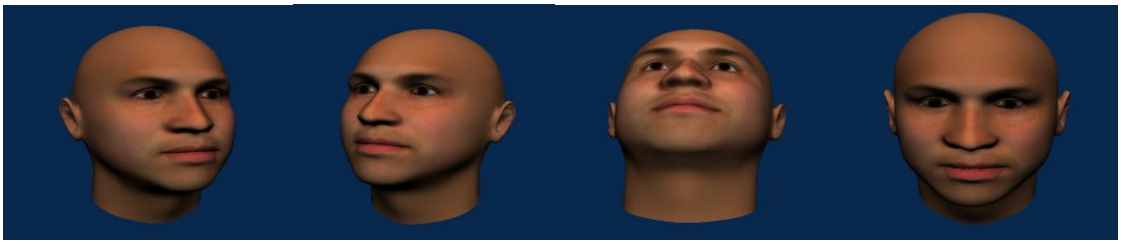

Рисунок 4 - Реакція агента на переміщення оператора вгору, вниз, вліво та вправо

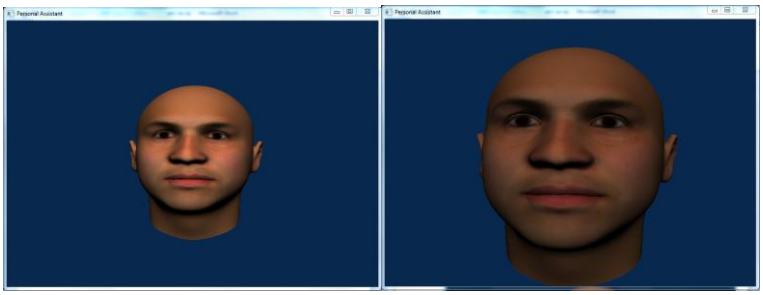

Рисунок 5 - Реакція агента на наближення та віддалення оператора

Висновки

У статті запропоновано математичну модель модуля інтерфейсу комп'ютерної системи, що враховує зміну параметрів оператора, а саме положення оператора відносно стаціонарної web-камери та сили звуку, з якою оператор передає голосову інформацію в систему. Розроблена модель агента технічної системи, на відміну від інших, враховує параметри оператора системи та дозволяє підвищити ефективність управління людино-машинними системами на етапі сприйняття інформації від оператора. Адекватність розробленої математичної моделі перевірено шляхом комп'ютерного моделювання.

Список літератури

1. Раузеев И.З. Компьютерное моделирование в эргономическом проектировании: Design-Review [Електроний ресурс] / И.З. Раузеев. - Режим доступу: http://design-review.kgasu.ru/index.php?show=articles&author_id=102. – Назва з екрану.
2. Marc Perry. Zygote Body. Free 3D Human Anatomy App Review [Електроний ресурс] / Marc Perry. – Режим доступу: http://www.builtlean.com/2012/03/29/zygote-body/. - Назва з екрану.
3. Герасимов А.В. Анимационная визуальная модель аватара в образовательном виртуальном мире / А. Герасимов, Н. Лысова // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). – 2011. – Т. 14, №3. – С. 456-471. - ISSN: 1436-4522.
4. Ситалов Д.С. Упрощенная модель руки для решения обратной задачи моделирования аватара / Д. Ситалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. серия: технические науки. – 2010. – №6. – С. 15-18. - ISSN: 0321-2653.
5. Городецкий И.Г. Адаптивная модель совместной деятельности человека- оператора в составе программно-аппаратного комплекса / И. Городецкий, Е. Захаров, А. Скоморохов // Известия Южного федерального университета. технические науки. – 2004. – Т. 41, №6. – С. 36-38.
6. Воловоденко В.А. Методы визуализации в оценке состояния человека-оператора / В. Воловоденко, О. Берестнева // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2012. – Т. 134, №9. – С. 9-13.
7. Seeing machines. FaceAPI [Електроний ресурс] / FaceAPI. – Режим доступу: http://www.seeingmachines.com/pdfs/brochures/faceAPI-Brochure.pdf. - Назва з екрану.
8. Рязанов А. Govorilka - Программа для чтения текстов голосом [Електроний ресурс] / А. Рязанов. – Режим доступу: http://www.vector-ski.ru/vecs/govorilka/. - Назва з екрану.
9. NAudio [Електроний ресурс] / NAudio. – Режим доступу: http://naudio.codeplex.com/. - Назва з екрану.

Надійшла до редакції 20.05.2013

Т.В. ГРИЩУК, А.Н. РОМАНЮК, В.В. ЯРЕМЧУК
Винницкий национальный технический университет

МОДЕЛЬ АГЕНТА ИНТЕРФЕЙСА, РЕАГИРУЮЩЕГО НА ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАТОРА

В статье представлены основные принципы построения компьютерной системы, реагирующей на изменение параметров оператора. Предложена математическая модель агента интерфейса технической системы и разработано программное обеспечение, позволяющее выполнять компьютерное моделирование состояния оператора и давать рекомендации о коррекции его действий на основе данных, полученных с web-камеры и микрофона.

Ключевые слова: модель оператора, интерфейс пользователя, человеко-машинные системы.

T.V. GRYSHCHUK, A.N. ROMANIUK, V.V. YAREMCHUK
Vinnytsia National Technical University

INTERFACE AGENT MODEL THAT RESPONDS TO CHANGES IN OPERATOR'S PARAMETERS

The article describes the basic principles of a computer system that responds to changes of the operator's parameters. The article includes a short review of avatar's models. These models have the specialized application and need simplification and generalization to be applied to technical control systems. The main drawback of the existing approaches is the lack of feedback interaction between the interface agent and the operator. The purpose of the research presented in this article is to increase the human-machine systems efficiency at the stage of data perception from operator. To achieve this goal, the authors propose to add a special module - an agent, that will carry on a direct "dialogue" with the operator. Features of the agent: tracking operator movements, analysis of operator's voice data, providing instructions to operator concerning his/her activities in natural language. The system structure consists of the interface part, text-to-speech module, dialogue logic module, language recognition module and hardware. The hardware consists of an agent monitor, microphone, speakers and web-camera. The agent should also change its actual position on the monitor to increase the intuitive component of the human - machine communication. The mathematical model of the technical system interface agent is provided. The following operator parameters should be measured for this model: distance between the operator and the agent, horizontal and vertical shifts of operators from the agent, speech loudness. The agent mathematical model includes the agent's shape scale, horizontal and vertical rotation angles, loudness of the agent's voice instructions. The agent's parameters depend on the operator's state.

The authors developed C++ computer program called Personal Assistant. For all the agent's modules appropriate classes were developed. The tests were divided into three groups: GUI, verification of the system settings, and proofing the agent's mathematical model adequacy. The following programming modules were used: SDK faceAPI, which allows tracking the movement of the human head, TTS module "Govorilka", which simplifies the usage of the Microsoft Speech API, and NAudio library, which greatly simplifies access to audio devices and incorporates lots of useful built-in functions for sound analysis.

The model of technology system agent, as opposed to others, takes into account the parameters of the operator and improves the efficiency of the human-machine systems on the stage of data perception from the operator.

Keywords: model of operator, user interface, human-machine systems.