

**МЕЛЬНИК ВІТАЛІЙ**Хмельницький національний університет  
[zdmaluj\\_vm@gmail.com](mailto:zdmaluj_vm@gmail.com)**БАГРІЙ РУСЛАН**Хмельницький національний університет  
<https://orcid.org/0000-0001-5219-1185>  
[bahriiro@khmnu.edu.ua](mailto:bahriiro@khmnu.edu.ua)**ПЕТРОВСЬКИЙ СЕРГІЙ**Хмельницький національний університет  
<https://orcid.org/0000-0002-0590-0484>  
[petrovskijss@khmnu.edu.ua](mailto:petrovskijss@khmnu.edu.ua)**КИРИЧЕНКО ОЛЕКСАНДР**Хмельницький національний університет  
ORCID: [0009-0006-4149-212X](https://orcid.org/0009-0006-4149-212X)

## ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КОМУНІКАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ

Потреба в комунікації є однією з найбільш важливих і загальнолюдських потреб. Кожна людина потребує спілкування з іншими людьми, щоб виразити свої думки, ідеї, емоції, а також для отримання інформації та взаємодії зі світом навколо. В світі є доволі велика категорія людей з порушеннями мовлення та комунікації, що потребують спеціальних допоміжних засобів. В статті розглядається використання доповненої реальності (AR) для поліпшення комунікації з використанням систем допоміжних комунікаційних технологій.

Визначено, що людям з обмеженими можливостями в спілкуванні, необхідна контекстуальна підтримка в реальному часі для забезпечення спілкування з оточуючими. Використання доповненої реальності може стати ефективним інструментом для забезпечення контекстуальної підтримки шляхом візуалізації текстових, звукових, та інших форм комунікації в реальному світі.

Детально розглянуто методи відстеження у доповненій реальності, а саме відстеження з маркером, гібридне відстеження, відстеження на основі моделей та відстеження за допомогою природних особливостей. Визначено, що метод відстеження за допомогою природних особливостей, дає можливість ідентифікувати конкретну людину та розпізнати її голос. Це дає можливість забезпечити швидку та точну інтерпретацію мовлення та підтримку комунікації в режимі реального часу. Використання методу відстеження за допомогою природних особливостей потребує певних умов для успішного розпізнавання, таких як наявність достатнього освітлення та відсутність шуму.

Сформульовано вимоги до системи допоміжної комунікації та можливий сценарій спілкування людини, що має комунікативні проблеми з іншою людиною з використанням доповненої реальності. Показано, що спеціалізовані пристрої доповненої реальності є найбільш ефективним засобом для забезпечення комунікації людей з особливими потребами. Вони дають можливість відображати текстову та аудіоінформацію в реальному часі, а також можливість інтерактивної взаємодії з користувачем. Ці пристрої дозволяють полегшити процес комунікації та забезпечити більш якісну взаємодію з навколишнім середовищем для людей з особливими потребами.

Ключові слова: доповнена реальність, особливі потреби, комунікаційні технології, система допоміжної комунікації.

VITALII MELNYK, RUSLAN BAHRII, SERHII PETROVSKYI, KYRYCHENKO OLEXSANDER  
Khmelnitskyi National University

## USING AUGMENTED REALITY TO IMPROVE COMMUNICATION FOR PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS

Communication is one of the most essential and everyday human needs. Every person requires communication with others to express their thoughts, ideas, and emotions, as well as to obtain information and interact with the world around them. A large category of people in the world with speech and communication disorders requires special auxiliary tools. The article discusses using augmented reality (AR) to improve communication using assistive communication technologies. It has been determined that people with disabilities in communication require real-time contextual support to ensure communication with their surroundings. Augmented reality can be an effective tool for providing contextual support by visualizing text, audio, and other forms of communication in the real world.

The methods of tracking in augmented reality are discussed in detail: marker-based tracking, hybrid tracking, model-based tracking, and natural feature tracking. It is determined that natural feature tracking allows for identifying a specific person and recognizing their voice. This enables fast and accurate interpretation of speech and real-time communication support. The use of natural feature tracking requires certain conditions for successful recognition, such as sufficient lighting and the absence of noise.

Requirements for assistive communication systems and a possible scenario for communication between a person with communication problems and another person using augmented reality are formulated. It has been determined that specialized augmented reality devices are the most effective means of communication for people with special needs. They allow for the display of textual and audio information in real-time and interactive interaction with the user. These devices make communicating more accessible and provide a more qualitative interaction with the surrounding environment for people with special needs.

Keywords: Augmented reality, special needs, communication technologies, augmentative and alternative communication.

### Постановка завдання

Доповнена реальність (AR) є новою технологією, що дозволяє поєднувати цифрову інформацію,

оброблену комп'ютером, з реальним світом за допомогою відповідних інтерфейсів. Ця технологія використовує комп'ютерну графіку, щоб додати додаткову інформацію для спрощеного сприйняття та взаємодії з фізичним світом навколо нас.

Технологія доповненої реальності відкриває нові можливості для поліпшення комунікації між людьми зі складними комунікаційними потребами. AR забезпечує зв'язок між цифровою інформацією та реальним світом, що дозволяє створювати віртуальні зображення на реальних об'єктах. AR може бути використана для поліпшення сприйняття світу індивідами з обмеженими можливостями, спрощення їх спілкування та забезпечення повноцінної інтеграції з оточуючими.

Метою дослідження є огляд технологій доповненої реальності та визначення їх придатності до забезпечення спілкування між людьми зі складними комунікаційними потребами.

Для досягнення цієї мети важливо дослідити обмеження в комунікації для людей з особливими потребами, роботу системи AR, обрати відповідні механізми відстеження та програми бібліотеки, що мають необхідні інструменти для підвищення комунікації між людьми зі складними комунікаційними потребами.

**Потреби в комунікації.** Потреба в комунікації є однією з найбільш важливих і загальнолюдських потреб. Кожна людина потребує спілкування з іншими людьми, щоб виразити свої думки, ідеї, емоції, а також для отримання інформації та взаємодії зі світом навколо.

У людей з особливими потребами комунікаційні потреби можуть бути значно більш виразними і складними, оскільки вони можуть мати обмеження у здатності до мовленнєвої комунікації, сприймання мовлення або інших аспектів комунікації. Ці люди можуть потребувати спеціальних засобів комунікації, таких як символічна мова, альтернативні та підсилені засоби комунікації (AAC – Augmentative and Alternative Communication), щоб взаємодіяти з іншими людьми і виразити свої потреби, бажання та емоції [1].

У комунікації між партнерами з особливими потребами важливо надавати контекстуальну підтримку, використовуючи зображення, текст та інші інструменти, щоб забезпечити співбесідникам засоби для вираження власних думок та висловлювання власних побажань. Крім того, важливо навчитися створювати зручні для спілкування, враховуючи індивідуальні особливості партнерів з особливими потребами і використовуючи підходи, які дозволяють партнерам бути активними учасниками бесіди, а не лише слухачами.

В світі є доволі велика категорія людей з порушеннями мовлення та комунікації, таких як аутизм, синдром Дауна, дизартрія, афазія або інші розлади, які впливають на комунікаційні навички. Ці люди можуть мати труднощі з формулюванням своїх думок та ідей, а також з розумінням мови. Вони можуть користуватися різними методами підтримки комунікації, такими як підсилення введення, контекстуальна підтримка, використання піктограм, зображень або текстів для вказівки на свої потреби та бажання. Особливо важливо для них мати можливість брати активну участь у розмові, якщо партнери надають їм вибір з малюнками та / або текстом. Керування рукою часто використовується для вказівки на предмети або зображення, але це може бути індивідуальною особливістю.

Для людей з подібними складнощами в спілкуванні можуть бути корисні різноманітні альтернативні методи комунікації [1]. Наприклад, такі, що використовують символи та піктограми для передачі інформації. Один з найпоширеніших методів альтернативної комунікації – це система підтримки комунікації (AAC), що включає в себе різні засоби комунікації, такі як спеціальні програми на планшетах або комп'ютерах, спеціальні дошки з піктограмами, тощо. Ці засоби допомагають забезпечити спілкування, коли голосовий канал не доступний або є складнощі в його використанні.

Одним з найбільш просунутих засобів альтернативної комунікації є технологія доповненої реальності. Як було згадано раніше, такі технології дозволяють відображати інформацію на реальному середовищі, що може бути дуже корисним для людей з особливими потребами в комунікації. Наприклад, інформація про предмети, їжу, речі, тварин, птахів, рослини, чи про будь-що інше може бути відображена над ними в режимі реального часу за допомогою смартфонів або інших пристроїв, що підтримують доповнену реальність. Це допомагає людям з обмеженими можливостями отримати необхідну інформацію про світ навколо них та спілкуватися з ним.

Іншим прикладом використання доповненої реальності для покращення комунікації є системи, які дозволяють відображати текстову інформацію в реальному часі [2, 3]. Такі системи можуть бути корисні для людей з різними формами комунікативної неповносправності, оскільки вони дозволяють забезпечити контекстуальну підтримку та зробити процес комунікації більш зрозумілим і ефективним. Наприклад, додатки доповненої реальності можуть відображати написаний текст під обличчям співрозмовника, щоб допомогти у розумінні, або надавати варіанти відповідей у вигляді текстових написів, які можна вибирати під час розмови. Таким чином, додатки доповненої реальності можуть стати корисним інструментом для покращення якісної та ефективної комунікації.

**Віртуальна реальність.** Термін "віртуальна реальність" описує створене комп'ютером інтерактивне тривимірне середовище, в яке може зануритись людина. "Доповнена реальність" дає можливість поєднувати цифрову інформацію з реальним світом у реальному часі за допомогою комп'ютерних інтерфейсів.

Існує різниця між віртуальною реальністю та доповненою реальністю, яку можна пояснити за допомогою континууму реальність-віртуальність (рис. 1).

Реальний світ та повністю віртуальне середовище знаходяться на кінцях цього континууму, а змішана реальність знаходиться посередині. Доповнена реальність знаходиться біля реального кінця, де комп'ютерна інформація доповнює сприйняття реального світу. "Доповнена віртуальність" – це термін, який

використовується для систем, що містять штучні об'єкти з доданими зображеннями реального світу.



Рис. 1. Континуум реальність-віртуальність

Віртуальна реальність повністю занурює користувача у віртуальне середовище, де він не може бачити реальний світ навколо себе. Це може бути досягнуто за допомогою спеціальних окулярів. У той час як в AR, користувач може бачити, як віртуальний світ накладається на реальний світ, тому він може відчувати обидва світи.

### Технологічні основи доповненої реальності

В AR системі процес складається з трьох основних кроків: розпізнавання, відстеження та змішування [4]. Спочатку система розпізнає об'єкт, обличчя, тіло або простір, на який буде накладено віртуальний об'єкт. Далі відбувається відстеження цього об'єкта в реальному часі та локалізація його в просторі зображення. Нарешті, на знайдений об'єкт накладається медіа в різних форматах, таких як відео, 3D, 2D, текст та інші.

**Відстеження з маркером.** Система відстеження з маркером є одним з методів відстеження в доповненій реальності, який заснований на використанні спеціальних знаків або маркерів для орієнтації комп'ютера в просторі та підтримки взаємодії з ними. Ці маркери можуть бути будь-якої форми і розміру, але найчастіше використовуються друковані зображення з чіткими контурами та яскравими кольорами [5].

Система відстеження з маркером включає в себе використання камери, яка знімає об'єкт з маркером та відправляє зображення на обробку в комп'ютер. Обробка зображення дозволяє визначити положення та орієнтацію маркера в просторі, що дає змогу точно визначити положення об'єкту в доповненій реальності. При цьому, система здатна відслідковувати рухи маркера та об'єкту, що дозволяє динамічно змінювати зображення, що накладається на маркер.

Однією з найбільших переваг системи відстеження з маркером є її висока точність та стійкість до зовнішніх впливів, таких як зміна освітлення або шуми на зображенні. Однак, система має деякі недоліки, такі як обмежена кількість маркерів, які можуть бути використані в одному просторі, та потребує наявності маркера для відстеження об'єкту.

**Гібридне відстеження.** Гібридне відстеження є більш прогресивним рішенням для безмаркерної системи доповненої реальності, оскільки воно використовує комбінацію датчиків, які забезпечують більш точне відтворення рухів користувача в реальному часі [5].

Акселерометр – це датчик, який вимірює прискорення руху. Компас визначає орієнтацію пристрою в просторі, а GPS визначає його місцезнаходження на землі. Комбінація цих датчиків дозволяє системі відстежувати не тільки рух користувача, але й його орієнтацію та місцезнаходження.

Крім того, гібридне відстеження використовує алгоритми комп'ютерного зору, щоб точніше визначити положення та орієнтацію пристрою в просторі. Наприклад, за допомогою камери пристрою можна визначити розмір та форму предметів, що оточують користувача, та врахувати їх у процесі відтворення комп'ютерної графіки.

Гібридне відстеження дозволяє більш точно відтворювати рухи користувача, що забезпечує більш реалістичний досвід використання доповненої реальності. Однак, воно потребує більш потужних пристроїв та складнішого програмного забезпечення для обробки даних датчиків та відтворення комп'ютерної графіки.

**Відстеження на основі моделей.** Підхід на основі моделей є досить складним та вимагає великої кількості обчислювальних ресурсів для точного відстеження об'єктів у режимі реального часу. Оскільки для виконання таких завдань потрібно створити точну 3D-модель об'єкта та визначити його розташування у просторі, підхід на основі моделей вимагає значно більшої кількості ресурсів, ніж інші методи відстеження. Крім того, збір та обробка даних про 3D-модель об'єкта може бути складним завданням, особливо якщо мова йде про складні об'єкти з багатьма деталями [6].

Проте, підхід на основі моделей має деякі переваги. Зокрема, цей метод дозволяє отримати високу точність відстеження та забезпечує стійкість проти різного роду перешкод, які можуть перешкоджати іншим методам відстеження. Крім того, підхід на основі моделей може бути корисним для відстеження об'єктів зі складною геометрією та для відстеження об'єктів у навколишньому середовищі з високою ступенем динамічності, таким як промислові робочі майданчики.

Отже, підхід на основі моделей є одним з можливих методів відстеження у доповненій реальності, який може бути корисним в певних ситуаціях. Однак, він також має свої недоліки та обмеження, які слід врахувати при виборі підходу до відстеження об'єктів у доповненій реальності.

**Відстеження за допомогою природних особливостей.** Методика відстеження за допомогою природних особливостей є досить поширеним підходом в AR-технологіях. Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати унікальні особливості об'єкта з реального світу, які можуть слугувати маркерами для AR-

додатків.

Наприклад, можна використовувати унікальний пейзаж, який може бути розпізнаний за допомогою візуальної інформації (наприклад, місцевий пам'ятник архітектури або краєвид) як маркер для AR-додатку. Іншими прикладами можуть бути фізичні об'єкти, такі як книги, журнали або навіть пляшки з напоями, які мають унікальні маркери на своїх етикетках.

Для того, щоб AR-додаток міг взаємодіяти з такими маркерами, необхідно розробити дескриптор ознак, який може ідентифікувати маркери і розпізнавати їх у реальному часі. Для цього використовуються різні математичні алгоритми, такі як SIFT, SURF або ORB, які дозволяють визначати особливості зображення та формувати дескриптори для них.

Коли AR-додаток отримує відеопотік з камери, він аналізує зображення та порівнює його з дескрипторами ознак маркерів, які були збережені на початку. Якщо зображення містить маркер, AR-додаток може відобразити додаткову інформацію або 3D-об'єкти на екрані мобільного пристрою або в окулярах AR.

Отже, відстеження за допомогою природних особливостей є ефективним методом для реалізації AR, який дозволяє використовувати об'єкти з реального світу як маркери. Цей метод полягає в розпізнаванні унікальних особливостей об'єкта та формуванні дескриптора ознак за допомогою математичного алгоритму. Інваріантність дескриптора до різних змін, таких як відстань, орієнтація та рівні освітлення, дозволяє точно відстежувати об'єкт в різних умовах.

**Пристрої доповненої реальності для забезпечення комунікації.** Існує кілька типів пристроїв доповненої реальності, які використовуються для забезпечення комунікації. Ось кілька з них:

1. Смартфони і планшети. Вони є найбільш поширеними пристроями доповненої реальності (рис. 2). Для цього використовуються спеціальні додатки, що дозволяють відображати віртуальний контент на екрані пристрою. Перевагою є доступність і відносно низька вартість таких пристроїв.



Рис. 2. Доповнена реальність на смартфоні

2. Спеціалізовані пристрої доповненої реальності (рис. 3), такі як Microsoft HoloLens, Magic Leap One або Google Glass [7]. Вони забезпечують більш потужні можливості доповненої реальності, такі як спілкування в режимі реального часу, можливість спільної роботи над проектами та інше. Однак, такі пристрої мають значно вищу вартість, що робить їх менш доступними.



Рис. 3. Окуляри доповненої реальності

3. VR-шоломи, такі як Oculus Rift або HTC Vive [8]. Вони дозволяють користувачеві повністю зануритись в віртуальне середовище. Ці пристрої можуть бути корисними для людей з різними видами інвалідності, так як дозволяють створювати віртуальні середовища, що легше доступні для них. Однак, вартість таких пристроїв може бути досить високою, а їх використання вимагає певної підготовки.

Усі ці пристрої мають свої переваги та недоліки, і вибір конкретного пристрою залежить від вимог до системи забезпечення комунікації та можливих сценаріїв його роботи.

**Вимоги до систем ААС.** Система альтернативної та допоміжної комунікації (ААС) має відповідати певним вимогам для ефективного використання. Основні вимоги до системи ААС включають:

1. Інтегрований дисплей взаємодії з партнером. Дисплей має бути інтегрований в процес взаємодії між користувачем та партнером, щоб забезпечити зручну і ефективну комунікацію.

2. Розширене введення тексту: Для покращення розуміння повідомлень, система повинна надавати можливість вводу тексту.

3. Візуальне представлення вибору: Система повинна забезпечувати візуальне представлення варіантів вибору у вигляді фотографій та слів.

4. Надання вибору в режимі реального часу: Система повинна надавати можливість контекстуального вибору в режимі реального часу під час взаємодії, щоб допомогти користувачу висловлювати свої думки та уподобання.

Ці вимоги допомагають забезпечити ефективну взаємодію між користувачем та партнером за допомогою системи ААС. Вони дозволяють користувачам висловлювати свої думки, уподобання та досвід за допомогою системи, що покращує якість життя та можливості соціальної взаємодії.

#### **Сценарій роботи додатку доповненої реальності**

Наприклад, сценарій розмови між дружиною, що має комунікативні проблеми, та її чоловіком:

- ДРУЖИНА підходить до кухні, додаток автоматично активується на її пристрої.
- ЧОЛОВІК запитує "Як почуваєшся?", додаток відображає написаний текст під обличчям ЧОЛОВІКА, щоб ДРУЖИНА могла краще зрозуміти його запитання.
- За допомогою обробки природної мови, додаток генерує варіанти відповіді на запитання ЧОЛОВІКА та відображає їх у вигляді фотографій з написаним текстом.
- ДРУЖИНА відповідає на запитання, вказуючи на свій вибір.
- Додаток доповненої реальності вимовляє повідомлення, щоб ЧОЛОВІК міг почути відповідь ДРУЖИНИ.

Враховуючи вимоги до системи ААС та можливий сценарій роботи додатку можна зробити висновок, що спеціалізовані пристрої доповненої реальності є найбільш ефективним засобом для забезпечення комунікації людей з особливими потребами. Вони мають ряд переваг, таких як можливість відображення текстової та аудіоінформації в реальному часі, а також можливість інтерактивного взаємодії з користувачем. Ці пристрої дозволяють полегшити процес комунікації та забезпечити більш якісну взаємодію з навколишнім середовищем для людей з особливими потребами.

#### **Висновок**

Застосування доповненої реальності може значно покращити якість комунікації для людей з особливими потребами. Зокрема, системи, які дозволяють відображати текстову інформацію в реальному часі, можуть значно полегшити спілкування для людей з проблемами аудіального сприйняття або мовлення. Крім того, додатки доповненої реальності можуть допомогти в реалізації більш натурального та ефективного спілкування, де користувачі можуть виражати свої думки та потреби за допомогою фотографій та написів. Застосування таких систем в комунікації може мати значний позитивний вплив на якість життя людей з особливими потребами, допомагаючи їм бути більш самостійними та соціально активними.

#### **Література**

1. What is AAC? URL: <https://www.assistiveware.com/learn-aac/what-is-aac>.
2. Pascoal, Rui Miguel et al. Adapting Speech Recognition in Augmented Reality for Mobile Devices in Outdoor Environments. *Slate* (2017).
3. Teófilo M., Lourenço A., Postal J., Lucena V.F. Exploring Virtual Reality to Enable Deaf or Hard of Hearing Accessibility in Live Theaters: A Case Study. *Interacción*. (2018).
4. Syed T.A., Siddiqui M.S., Abdullah H.B., Jan S., Namoun A., Alzahrani A., Nadeem A., Alkhodre A.B. In-Depth Review of Augmented Reality: Tracking Technologies, Development Tools, AR Displays, Collaborative AR, and Security Concerns. *Sensors* (Basel). 2022 Dec 23;23(1).
5. Moro M., Marchesi G., Hesse F., Odone F., Casadio M. Markerless vs. Marker-Based Gait Analysis: A Proof of Concept Study. *Sensors*. 2022.
6. Wuest H., Engkle T., Wientapper F., Schmitt F., Keil J. From CAD to 3D Tracking—Enhancing & Scaling Model-Based Tracking for Industrial Appliances; Proceedings of the 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct); Merida, Mexico. 19–23 September 2016.
7. Minoufekr M., Schug P., Zenker P., Plapper P.W. Modelling of CNC Machine Tools for Augmented Reality Assistance Applications using Microsoft HoloLens; Proceedings of the ICINCO (2); Prague, Czech Republic. 29–31 July 2019; pp. 627–636.
8. Barz M., Kapp S., Kuhn J., Sonntag D. Automatic Recognition and Augmentation of Attended Objects in Real-time using Eye Tracking and a Head-mounted Display; Proceedings of the ACM Symposium on Eye Tracking Research and Applications; Stuttgart Germany. 25–29 May 2021.