

Тема 11

Віртуальна реальність. Доповнена реальність

Технології віртуальної реальності з'явилися нещодавно, а термінологія ще не укорінилась.

Віртуальна реальність (VR, virtual reality, VR, штучна реальність) - створений технічними засобами світ, який передається людині через її відчуття: зір, слух, дотик і інші. Віртуальна реальність імітує як вплив, так і реакції на вплив. Для створення переконливого комплексу відчуттів реальності комп'ютерний синтез властивостей і реакцій віртуальної реальності проводиться у реальному часі.

Не слід плутати віртуальну реальність із доповненою. Їх принципова відмінність у тому, що віртуальна конструює новий штучний світ, а доповнена реальність лише вносить окремі штучні елементи в сприйняття світу реального.

Системами віртуальної реальності називаються пристрої, які більш повно, в порівнянні зі звичайними комп'ютерними системами, імітують взаємодію з віртуальним середовищем шляхом впливу на усі п'ять наявних у людини органи чуття.

Таких систем у повному обсязі поки що не існує, але при створенні віртуальної реальності розробники намагаються домогтися, щоб вона була:

- правдоподібною - підтримувала у користувача відчуття реальності того, що відбувається;
- інтерактивною - забезпечувала взаємодію із середовищем;
- доступною для вивчення - надавала можливість досліджувати великий, деталізований світ;
- що створює ефект присутності - залучала у процес як мозок, так і тіло користувача, впливаючи на максимально можливе число органів чуттів.

Очевидно, досягнення цих цілей можливо лише за використання високопродуктивного апаратно-програмного забезпечення.

Типи віртуальної реальності

На даному етапі розвитку технологій VR серед них можна виділити наступні типи.

Технології VR з ефектом повного занурення, що забезпечують правдоподібну симуляцію віртуального світу з високим ступенем деталізації. Для їх реалізації необхідний високопродуктивний комп'ютер, здатний розпізнавати дії користувача і реагувати на них в режимі реального часу, і спеціальне обладнання, що забезпечує ефект занурення.

Технології VR без занурення. До них відносяться симуляції із зображенням, звуком і контролерами, що транслуються на екран, бажано широкоформатний. Такі системи зараховують до віртуальної реальності, оскільки за ступенем впливу на глядача вони набагато перевершують інші засоби мультимедіа, хоча і не реалізують повною мірою вимоги, що пред'являються до VR.

Технології VR зі спільною інфраструктурою. До них можна віднести Second Life - тривимірний віртуальний світ з елементами соціальної мережі, який налічує понад мільйон активних користувачів, гру Minecraft і інші. Такі світи не забезпечують повного занурення (втім, у Minecraft вже існує версія для віртуальної реальності, що підтримує шоломи Oculus Rift і Gear VR). Але у віртуальних світах добре організована взаємодія з іншими користувачами, чого часто не вистачає у продуктів «справжньої» віртуальної реальності.

Віртуальні світи використовуються не тільки в ігровій індустрії: завдяки таким платформ, як 3D Immersive Collaboration можна організовувати робочі та навчальні 3D- простору - це називається «спільна робота з ефектом присутності». Забезпечення повного занурення і, одночасно, взаємодії користувачів в віртуальності є одним з важливих напрямків розвитку VR.

VR на базі інтернет-технологій. До них відноситься перш за все мова Virtual Reality Markup Language, аналогічний HTML. Зараз ця технологія вважається застарілою, але, не виключено, в майбутньому віртуальна реальність буде створюватися в тому числі - з використанням інтернет-технологій.

Принцип роботи VR

Найпоширенішим засобом занурення у віртуальну реальність є спеціальні шоломи/окуляри. На розташований перед очима користувача дисплей виводиться відео в форматі 3D. Прикріплені до корпусу гіроскоп і акселерометр відстежують повороти голови і передають дані в обчислювальну систему, яка змінює зображення на дисплеї в залежності від показань датчиків. У результаті користувач має можливість «озирнутися» всередині віртуальної реальності і відчувати себе в ній, як у реальному світі.

Для більш реалістичного занурення у світ віртуальної реальності крім датчиків, які відстежують положення голови, в пристроях VR можуть застосовуватися трекінгові системи, які відстежують руху зіниць очей і дозволяють визначити, куди людина дивиться в кожен момент часу, а також відстежують рухи тіла людини з метою повторення їх у віртуальному світі. Таке відстеження може здійснюватися за допомогою спеціальних датчиків або відеокамери.

Для взаємодії з віртуальною реальністю традиційних 2D-контролерів (миша, джойстик і ін.) Вже недостатньо, тому їх замінюють 3D-контролерами (маніпуляторами, що дозволяють працювати в тривимірному просторі).

Пристрої зі зворотним зв'язком призначені для того, щоб користувач міг ще повніше відчувати все те, що відбувається у віртуальному світі. В якості таких пристроїв можуть використовуватися вібруючі джойстики, що обертаються крісла і т.д.

Пристрої і компоненти VR

Вважається, що 80% інформації людина отримує через зір. Тому розробники систем ВР приділяють величезну увагу саме пристроям, що забезпечує формування зображень. Як правило, їх доповнюють пристроями стереозображення, ведуться роботи по тактильним впливам і навіть імітації запахів. Про вплив на смакові рецептори поки не повідомляється.

Зображення

Шолом віртуальної реальності

Сучасні шоломи віртуальної реальності (HMD-display, head-mounted display, відеошлем) містять один або кілька дисплеїв, на які виводяться зображення для лівого і правого ока, систему лінз для коригування геометрії зображення, а також систему трекінгу, що відстежує орієнтацію пристрою в просторі. За зовнішнім виглядом вони тепер схожі на окуляри, тому їх все частіше називають VR headsets (ВР-гарнітури) або просто окуляри віртуальної реальності. Їх можна розділити на три групи:

1. Окуляри, в яких обробку і виведення зображення забезпечує смартфон (Android, iPhone, Windows Phone). Сучасний смартфон - високопродуктивне пристрій, здатний самотійно обробляти тривимірні зображення. Дисплеї смартфонів мають досить високою роздільною здатністю.

Практично кожен смартфон забезпечений датчиками, що дозволяють визначати положення пристрою в просторі.

2. Окуляри, в яких обробку зображення забезпечує зовнішній пристрій (ПК, Xbox, PlayStation і т.п.). Зовнішній пристрій повинен бути високопродуктивним, а окуляри забезпечені датчиками положення.

3. Автономні окуляри віртуальної реальності (Lenovo Mirage Solo, спільно з Google, Oculus Quest від Facebook, Samsung Gear VR і ін.).

Шоломи є основним компонентом ВР з повним зануренням, оскільки не тільки забезпечують об'ємне зображення і стереозвук, але ще і частково ізолюють користувача від навколишньої реальності.

MotionParallax3D-дисплеї

Такі дисплеї задіють властивий людині механізм сприйняття обсягу - паралакс (motion parallax). Для цього в кожен момент часу для глядача, виходячи з його положення щодо екрану, генерується відповідна проекція тривимірного об'єкту. Переміщаючись навколо сцени, користувач може оглянути її з усіх боків, при цьому всі об'єкти сцени будуть переміщатися одна відносно іншої. Явище паралакса багаторазово підсилює сприйняття обсягу. На відміну від 3D-кінематографа і 3D-TV, які використовують лише бінокулярний зір, технологія MotionParallax3D дозволяє користувачеві розглянути 3D-сцену з усіх боків, як якщо б все її об'єкти були реальні. Зсув глядача щодо екрану, що порушує ефект обсягу в 3D- кіно, в системі MotionParallax3D ефект тільки підсилює.

Система, що використовує механізм паралакса, повинна вловлювати найдрібніші рухи голови користувача і відстежувати їх з високою швидкістю і точністю, щоб мозок не фіксував спотворення геометрії об'єктів, викликані запізненням зміни зображення. Затримка повинна складати не більше 20 мс, для інтерактивних ігор - не більше 11 мс.

Ці пристрої забезпечують, як правило, неповне занурення, оскільки відтворюються на дисплеях і не ізолюють користувача від навколишнього середовища. Виняток - кімнати віртуальної реальності (CAVE, cave automatic virtual environment). У таких кімнатах на кожен стіну проектується стереоскопічне зображення, розраховане для конкретної точки, в якій і знаходиться користувач.

У підсумку таке зображення оточує людину з усіх боків, занурює його в себе. Деякі експерти вважають, що VR-кімнати набагато краще VR-шоломів: забезпечують більш високу роздільну здатність, немає необхідності надягати на голову громіздкий пристрій, в якому деяких навіть заколисує, і самоідентифікація відбувається простіше завдяки тому, що користувач має можливість постійно бачити себе.

Звук

Багатоканальна акустична система дозволяє виробляти локалізацію джерела звуку, завдяки чому користувач може орієнтуватися в віртуальному світі за допомогою слуху. Тактильні та інші відчуття Рукавички віртуальної реальності (інформаційні рукавички, datagloves)

Такі рукавички мають датчики, що дозволяють відслідковувати рух зап'ясть і пальців рук.

Технічно це може бути реалізовано різними методами: з використанням оптоволоконних кабелів, тензометричних або п'єзоелектричних датчиків, а також електромеханічних пристроїв (таких як потенціометри).

Наприклад, вчені з компаній EPFL і ETH Zurich розробили ультралегкі рукавички (вагою менше 8 грамів на кожен палець і товщиною всього лише 2 мм). Вони забезпечують «надзвичайно реалістичну тактильну зворотний зв'язок і можуть бути запитані від акумуляторів, завдяки чому забезпечується безпрецедентна свобода руху».

Костюм віртуальної реальності

Цей костюм повинен відслідковувати зміну положення всього тіла користувача і передавати тактильні, температурні і вібраційні відчуття, а в комбінації з шоломом - зорові і слухові.

Запахи і смакові відчуття

Роботи з синтезу запахів ведуться вже не один рік, але до широкого використання отриманих результатів ще далеко. Про які-небудь значущі досягнення в області передачі смакових відчуттів говорити поки не доводиться.

Для взаємодії з віртуальним середовищем використовуються спеціальні джойстики (геймпади, wands), що містять вбудовані датчики положення і руху, а також кнопки і колеса прокрутки, як у миші. Зараз такі джойстики все частіше роблять беспроводними.

У якості пристроїв управління можуть також використовуватися згадані вище інформаційні рукавички і костюми віртуальної реальності.

Як це зазвичай буває при впровадженні нових технологій, кожен з великих постачальників, який вийшов на багатогранний ринок, прагне просувати саме свою продукцію, поширювати свої технічні рішення. Відповідно, провідні компанії, випустивши VR-гарнітури, розробляють або замовляють контент саме для них. Рушійною силою ринку VR на даний момент є віртуальні ігри, в першу чергу, в розрахунку на геймерів, і були випущені гарнітури Oculus Rift, Samsung

Gear VR, HTC Vive, PlayStation VR і др.

Ігри та інший контент, розроблені для однієї гарнітури, що не відтворюються на іншій. Ігromани чекають не дочекаються, коли буде налагоджено портирование ігор між гарнітурами різних розробників.

Промисловці, рекламисти та представники багатьох інших галузей швидше впроваджували б VR, знаючи, що дороге устаткування не доведеться змінювати через те, що нове, вкрай привабливе ПЗ було розроблено для інших окулярів-рукавичок-костюмів віртуальної реальності.

Постачальники VR прекрасно розуміють, що добре налагоджену співпрацю між ними здатне вивести віртуальну реальність на якісно новий рівень. Тому ще в грудні 2016 року було створено Глобальна асоціація віртуальної реальності (GVRA) - некомерційна організація виробників шоломів віртуальної реальності (VR), покликана об'єднати зусилля компаній у розвитку цього напрямку. В її створенні взяли участь компанії Acer Starbreeze, Google, HTC VIVE, Oculus, Samsung і Sony Interactive Entertainment.

Згідно з даними сайту GVRA, головне завдання асоціації – сприяти глобальному зростанню і розвитку індустрії VR. Планується створення робочих груп для проведення досліджень і вироблення рекомендацій, що

стосуються найбільш важливих для галузі тем. У кінцевому підсумку, ці групи будуть розробляти кращі практики і відкрито ділитися ними.

Однак станом на жовтень 2018 тобто через майже два роки після створення GVRA, єдиним матеріалом, що ще на сайті асоціації, став звіт «Дослідження віртуальної реальності і її потенціал для Європи», що охоплює період з 2016 по 2017. Мабуть, досягнення глобальних домовленостей між великими компаніями - завдання не менш складна, ніж розробка власне технологій VR.

Втім, зусилля по уніфікації обладнання тривають. Так, 17-го липня 2017 компанії NVIDIA, Oculus, Valve, AMD і Microsoft представили специфікацію VirtualLink™ - відкритий галузевий стандарт, який дозволить гарнітурам VR наступного покоління підключатися до ПК і інших пристроїв з використанням лише одного високошвидкісного USB-кабелю Type-C (замість декількох шнурів і роз'ємів, що застосовуються в даний час).

Відзначається, що VirtualLink спеціально створений для VR. Він забезпечує оптимальну латентність і смугу пропускання, дозволяючи виробникам шоломів і ПК створювати віртуальну реальність нового покоління.

Звичайно ж, завдання уніфікації той чи інший спосіб все одно будуть вирішені, як це вже відбувалося з іншими технологіями, головне - щоб це відбулося в найближчі роки.

Фінансові перспективи

Ставлення до віртуальної реальності в інвесторів неоднозначне. З одного боку, VR- шолом можна купити в будь-якому магазині електроніки. Тільки компанія Sony з кінця 2016 продала більше 1,5 млн. Гарнітур PlayStation VR для своєї консолі. Тисячі компаній створюють відповідний контент. Однак з висновком технології VR на комерційний ринок розробники першої хвилі, мабуть, поквапилися.

У результаті користувачі не лише не отримали обіцяного ефекту повного занурення, але й, зіткнувшись з недосконалістю технології, розчарувалися.

Масове поширення VR/AR стримують, по-перше, низька якість VR-контенту, по-друге, розрізненість платформ і відсутність єдиних стандартів при його створенні, по-третє, відсутність чіткої системи дистрибуції, єдиного майданчика, де були б зібрані відповідні продукти.

Відповідно поводитьься і ринок. У першому кварталі 2018 р світові поставки гарнітур віртуальної реальності виросли на 16% в річному порівнянні, повідомляють експерти з Canalys. Але в другій календарної чверті цього року, за оцінками IDC, постачання скоротилися на 33,7%. Втім, аналітики впевнені, що ситуація, що склалася має тимчасовий характер. Поява нових продуктів, перш за все Oculus Go і HTC Vive Pro, а також нових брендів, повинні повернути ринок у позитивне русло.

Аналітики компаній Gartner і IDC стверджують, що VR/AR наближаються до стадії технологічної зрілості. Тобто дуже скоро віртуальна реальність стане частиною повсякденного життя. Технологічно все готово до її масового застосування.

Доповнена реальність

Тім Кук, генеральний директор компанії Apple, неодноразово заявляв, що AR сьогодні є найбільш перспективною технологією. За його словами, доповнена реальність – настільки ж грандіозна ідея, як і створення смартфона.

Визначення доповненої реальності з'явилися відносно нещодавно, термінологія ще не закріпилася, детально про це йдеться у статті «Доповнена, віртуальна та інші реальності».

Доповнена реальність (augmented reality, AR) – результат введення у поле сприйняття будь-який сенсорних даних з метою доповнення даних про оточення і поліпшення сприйняття інформації.

Термін «доповнена реальність», ймовірно, був запропонований дослідниками корпорації Boeing Томом Коделом (Tom Caudell) у 1990 році.

Існує кілька інших визначень доповненої реальності. Зокрема, дослідник Рональд Азума (Ronald Azuma) у 1997 році визначив її як систему, яка:

- 1) суміщує віртуальне і реальне;
- 2) взаємодіє у реальному часі;
- 3) працює з 3D.

У концепції Пола Мілграма (Paul Milgram) і Фуміо Кішіро (Fumio Kishino) доповнена реальність є частиною змішаної реальності, яку також називають гібридною реальністю (hybrid reality).

Ця концепція була запропонована ще у 1994 році. Але, починаючи з 2016 року, компанія Microsoft почала активно використовувати термін «змішана реальність» для просування на ринку свого продукту HoloLens. І тепер деякі експерти (і постачальники обладнання) визначають терміни наступним чином:

Доповнена реальність (AR) — проектування будь-якої цифрової інформації (зображення, відео, текст, графіка і т.д.) поверх екрану будь-яких пристроїв. В результаті реальний світ доповнюється штучними елементами і новою інформацією. Може бути реалізована за допомогою додатків до звичайних смартфонів і планшетів, окулярів доповненої реальності, стаціонарних екранів, проєкційних пристроїв та інших технологій.

Змішана реальність (MR) — проектування тривимірних віртуальних об'єктів чи голограм на фізичний простір. Дозволяє переміщуватись навколо віртуального об'єкту, оглядати його з усіх боків і, за потребою, всередині. Вимагає, як правило, спеціального обладнання (окулярів чи шоломів). Саме цими визначеннями ми будемо керуватись у даній статті; у ній йтиметься переважно про доповнену реальність.

Як працює технологія AR

Загальна схема створення доповненої реальності в усіх випадках така: камера пристрою AR знімає зображення реального об'єкта; програмне забезпечення (ПО) пристрою проводить ідентифікацію отриманого зображення візуальне доповнення, поєднує реальне зображення з його доповненням і виводить кінцеве зображення на пристрій візуалізації.

Детальніше технологію створення доповненої реальності ми розглянемо на прикладі використання її для діагностики промислового обладнання або управління ним.

Для роботи з AR на виробництві використовується смартфон, планшет або смарт- окуляри з відеокамерою і відповідним ПЗ. Якщо об'єктив відеокамери спрямований на об'єкт (одиницю обладнання), з нього або по заздалегідь встановленому маркеру, або після аналізу форми об'єкта.

Розпізнавши об'єкт, ПЗ підключається до тривимірного цифрового двійника об'єкта, який розміщений на сервері підприємства або в хмарі.

Потім пристрій AR завантажує необхідну інформацію і накладає її на зображення об'єкта. У результаті співробітник підприємства бачить на екрані (або через окуляри) частково фізичну реальність, частково цифрову. При цьому оператор, керівник цієї одиницею обладнання, і технік-ремонтник, дивлячись на один об'єкт, будуть бачити різну доповнену реальність, відповідно до виконуваних функцій.

Ремонтник може бачити дані про напруження або, припустимо, робочу температуру того чи іншого вузла, який обслуговує. Оператору пристрій AR може допомагати управляти об'єктом – завдяки сенсорному екрану, голосом або жестами. При русі співробітника розмір і орієнтація дисплея AR автоматично коригуються, непотрібна інформація зникає, а нова з'являється.

Тривимірна цифрова модель створюється або за допомогою САПР (зазвичай ще на етапі розробки об'єкта), або шляхом оцифрування даної одиниці обладнання. Цей цифровий двійник збирає інформацію про стан

об'єкта, що отримується від нього самого, з інформаційних систем та із зовнішніх джерел. З його допомогою ПО доповненої реальності масштабує і точно розміщує на зображенні об'єкта або навколо нього актуальні дані.

Пристрої, здатні створювати доповнену реальність, можна розділити на наступні групи.

Мобільні пристрої. До них відносять планшети, смартфони, окуляри доповненої реальності, лінзи доповненої реальності. На планшети і смартфони має бути встановлено спеціалізоване ПЗ. Наприклад, на смартфони і планшети можна встановити браузер доповненої реальності, такі як Wikitude, Layar, Blippar, або спеціальні пропозиції (зокрема, City Lens для Windows Phone). Ці браузери можуть показувати найближчі до місцезнаходження користувача визначні місця, магазини, кав'ярні, пункти прокату, пункти обслуговування і т.п., а також виконувати корисні функції.

Окуляри доповненої реальності — це окремий повноцінний пристрій, розроблений безпосередньо для роботи з AR. Вони, почасти, вміють проектувати голограми та інформацію у реальний простір, але не прив'язуються до їх фізичних об'єктів. Фактично, це просто екран перед очима. Найбільш відомі окуляри Google Glass (у 2018 р. звичайним користувачам були доступні версії 2.0 та 3.0, компаніям — версія 2017-го року, Google Glass Enterprise Edition). З ними конкурують Vuzix Blade, Epson Moverio, Sony SmartEyeglass. У порівнянні з Google Glass, ці та інші окуляри доповненої реальності дешевше і більше доступні — звичайні користувачі можуть купити їх на офіційних сайтах. А окуляри Microsoft HoloLens, Magic Leap One и Meta 2 — це вже окуляри змішаної реальності, тобто вони дозволяють працювати з віртуальними об'єктами, прив'язаними до реального світу.

Лінзи для доповненої реальності поки ще лишаються технологією майбутнього. Розробники прагнуть перетворити лінзи у прозорий екран, що містить систему управління, мініатюрну камеру, антену, світлодіоди та інші

оптоелектронні компоненти. Зокрема, компанія Samsung вже подала патент на «розумні» контактні лінзи, роботи у цьому напрямку веде і компанія Google. Але на ринок подібні пристрої вийдуть не раніше, ніж 5–10 років.

Стаціонарні пристрої. Це може бути телевізор, екран комп'ютера, ігровий комп'ютер типу Kinect. На екран телевізора виводиться вже доповнене зображення (особливо часто це буває під час трансляції футбольних і хокейних матчів), приклад для комп'ютера — карти Google в режимі «Satellite», коли на супутниковий знімок накладаються назви вулиць і визначні місця. Іноді використовуються широкоформатні екрани, а також проєкційні системи, здатні накладати зображення не лише на екрани, але і на будь-які поверхні.

Спеціальні засоби. До них відносять, наприклад, спеціалізовані шоломи військових пілотів. На скло шолома виводиться необхідна пілоту важлива інформація і він може сприймати її, не переводячи погляд на панель приладів, тим самим економлячи дорогоцінні секунди. Багато з подібних систем дозволяє здійснювати цілевказання шляхом повороту голови чи рухом очних яблук пілота.

Шолом пілота-винищувача п'ятого покоління F-35 використовує вже настільки сучасні технології, що пілот може бачити навіть крізь непрозорий корпус літака. Це найдорожчий шлем у світі – його вартість перевищує 400 тис. доларів. А британські інженери розробили для військових пілотів шлем з уже вбудованою системою нічного бачення.

На захисному склі «розумного шолома» може бути відображена швидкість мотоциклу, маршрут, текстові повідомлення і багато іншого. Схожу технологію використовують і для відображення інформації на лобовому склі автомобіля.

Компанія Boeing протягом останніх 20 років шукала систему, здатну скоротити час на виробництво кабельних джгутів і усунення помилок при їх виготовленні. Бортові системи літаків містять багато компонентів,

пов'язаних між собою дротами і кабелями. Їх загальна довжина у літаку Боїнг-747, наприклад, складає 250 кілометрів. Укладка і з'єднання дротів виробляється за спеціальним шаблоном, після чого скріплюється у джгути, а на кінці кабелів встановлюють роз'єми. Така робота займає багато часу і загрожує помилками.

На початку 2014 р. компанія впровадила рішення з доповненої реальності на платформі окулярів Google Glass. За рахунок впровадження технології AR вдалося скоротити час виробництва на 25% і знизити кількість помилок на 50%.

Компанія Lockheed Martin використовує технології доповненої реальності у процесі збірки літака F-35. За основну платформу використовуються AR-окуляри Epson Moverio BT-200, обладнані датчиками руху і глибини. Коли технік монтує на шасі деталь тормоза, в окулярах він бачить усі дані про те, де і в якому порядку варто проводити збірку і під'єднувати кабелі. За даними компанії NGRain, впровадивши цю систему, програмне забезпечення дозволяє інженерам працювати швидше на 30% і з точністю до 96%. Концерн Fiat Chrysler Automobiles (FCA) застосував у своїй роботі проєкційну AR-систему OPS Solutions. Тепер на кожному етапі процесу складання робочі отримують наочну інформацію про свій наступний крок.

Машинобудівне підприємство AGCO (США) в 2015 р. обладнало ділянки великими дисплеями, на які виводився тривимірний склад виробів і повний комплект документації, необхідний для швидкого і якісного складання виробів (тракторів та іншої сільськогосподарської техніки). У 2017 року підприємство перейшло на використання окулярів Google Glass, завдяки чому контроль якості прискорився на 20%.

Портативні віртуальні візуалізатори PVAITV і MibiPV, розроблені спеціально для інженерів та IT-фахівців, дозволяють сканувати обладнання

і виявляти помилки/несправності, які необхідно усунути. Програма вказує, де знаходиться пошкоджений роз'єм або від'єднаний шнур.

Робочі General Electric при складанні вітряних турбін на заводі у Флориді зв'язуються з експертами через окуляри доповненої реальності, показують збиране обладнання в поле зору і отримують відповіді на питання від фахівців, конструювати турбіни, за допомогою тих же окулярів. Аналіз показує зростання продуктивності на 34% у порівнянні з використанням попередніх технологій складання обладнання.

Крім все більш активного застосування в промисловості доповнена реальність використовується у комп'ютерних іграх, маркетингу (зокрема, у вуличному маркетингу, коли великий екран з AR розташовується в людному місці), в моді, соціальних мережах, медицині та хірургії, туризмі, в пресі, музейній справі - список прикладів застосування AR постійно поповнюється.

Один важливий факт, який свідчить про безумовну перспективність AR - створення в 2015 році альянсу Augmented Reality for Enterprise Alliance (AREA).

До цього альянсу входять такі великі компанії, як Bosch і Boeing. Мета альянсу - безкоштовний (для американського ринку) і відкритий обмін кращими практиками, отриманих уроків і технологічними ресурсами, які будуть допомагати підприємствам ефективно впроваджувати AR. 11 квітня 2017 року проголошено про розробку учасниками цього альянсу ключових галузевих керівних документів. Документи розроблялися за сприяння UI Labs, Lockheed Martin, Caterpillar і Procter & Gamble.