ВСТУП

Розвиток технологій у XXI столітті є невимовно швидким. Грань між науковою фантастикою і наукою нівелюється все більше і більше з кожним днем. Ще 200 років тому люди були б в шоці від технічних досягнень ХХІ століття. Літаки, автомобілі та смартфони - цим сьогодні не здивуєш нікого. Кожен рік на світових конференціях присвячених технологіям представляється величезна кількість нових винаходів та технологій.

Однією з найпопулярніших технологій останнього часу є доповнена реальність. Доповнена реальність (Augmented Reality скор. AR) - це технологія об'єднання реального і віртуального світів, коли цифрова інформація у вигляді тексту, зображення, відео, звуку доповнює об'єкти і явища фізичного світу. Простими словами, доповнена реальність - накладення віртуальних об'єктів поверх реальних.

Ця технологія має безпосередній вектор у майбутнє. Її застосування можна легко представити у навігації. Наприклад, використовуючи смартфон

(обладнаний камерою), можна буде без проблем знайти необхідний шлях, навіть якщо у вас є проблеми з орієнтацією на карті. Такий результат може бути досягнений завдяки синхронній роботі систем глобального позиціонування, завантаженим, на смартфон, картам, і алгоритмам, що зможуть прив’язати данні з карти на зображення, що отримується з камери смартфону. Як результат, ми зможемо побачити виділений шлях (наприклад, зеленою лінією), що буде проектуватися у реальність і вказуватиме необхідну користувачеві дорогу.

Використання технології доповненої реальності підвищує ефективність розробки нового продукту. Замість того, щоб знову і знову створювати фізичні прототипи, AR дозволяє компаніям використовувати віртуальні моделі САПР, суміщені з реальними пристроями. Це економить час і допомагає виявити помилки на ранніх етапах проектування, дає зрозуміти як працюватиме чергове удосконалення продукту. Зовнішні вимірювальні датчики в поєднанні з камерою і програмним забезпеченням можуть бути використані для накладення даних САПР безпосередньо на реальні компоненти з точністю менше міліметра.

Також, доповнена реальність може бути використана у допомозі німим людям. Кінчики пальців, обличчя та губи можуть бути розпізнані, як маркери і комбінації їх рухів, з яких завчасно можна створити базу даних, будуть інтерпретуватись в слова. Таким чином можна створити додатки, які допоможуть людям, не знайомим із мовою німих, без проблем спілкуватись із ними. Також, можна розробити клавіатуру швидкого набору для німих.

Іншою галуззю використання доповненої реальності може стати реклама. Як вже говорилося у абзаці вище, інформація буде набагато більш гнучкою до оновлення. А це означає, що фінансові затрати на оренду площі та на виготовлення матеріалів можна буде значно скоротити. До того ж модна буде уникнути «забруднення» реального простору рекламою, що зараз займає кожний вільний метр.

І звичайно доповнена реальність може і буде широко використовуватись у розвагах і іграх. Інтерактивні журнали, ігри у реальному часі і просторі, все це вже можна зустріти серед існуючих програмних продуктів.

Доповнена реальність вже зараз застосовується в медицині, навігації, військовій справі, мистецтві, дизайні, біології, архітектурі, археології, офісній роботі та інших видах людської діяльності. І прогрес не стоїть на місці. З'являється нове покоління апаратних пристроїв, таких як смарт окуляри, безконтактні сенсорні контролери. З'являються нові прототипи інтерфейсів користувачів для доповненої реальності. Випускаються нові версії бібліотек для розробників.

З розвитком технологій доповнена реальність все глибше проникатиме в наше повсякденне життя. Зараз створюється і накопичується все більша і більша кількість даних і AR буде служити мостом для доступа до величезної кількості інформації. Причому Augmented Reality буде інтегрована настільки глибоко, що стане сприйматися інтуїтивно. І сам термін "Доповнена реальність", можливо, перестане використовуватися, а цифрові дані будуть вважатися частиною самої реальності. Головне, що доповнена реальність дозволяє перенести нас на новий рівень взаємодії з цифровим світом без необхідності відмовлятися від звичного оточення, і повністю занурюватися у віртуальність.

Таким чином, мета моєї дипломної роботи **–** дослідити існуючі методи роботи іздоповненою реальністю і створити мобільний додаток для демонстрації AR технології на прикладі моделювання інтер’єру.

Для досягнення мети були посалені наступні завдання:

* Зробити поверхневий огляд існуючих методів роботи із AR;
* Зробити детальний огляд ARToolkit;
* Створити мобільний додаток.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

* 1. Доповнена реальність

1.1.1 Передмова

Термін доповненої реальності (augmented reality, AR) імовірно був запропонований працюючим на корпорацію Boeing дослідником Томом Коделом в 1990 р

Важливо розуміти відмінності між доповненою реальністю і змішаною реальністю. У широкому сенсі доповнена реальність являє собою процес перегляду реального світу і віртуальних об'єктів одночасно, де віртуальна інформація накладається, вирівнюється і інтегрується в фізичному світі. У

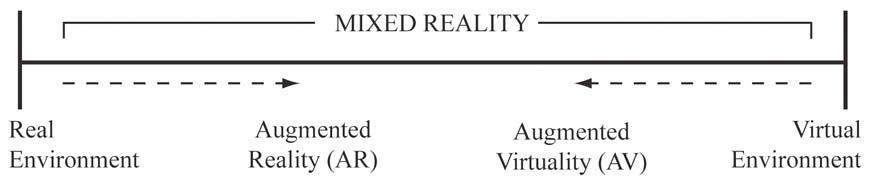
літературі з людино-машинної взаємодії доповнена реальність знаходиться в безперервному діапазоні інтерфейсів від «реальності» до віртуальної реальності «повного занурення»

Рис. 1.1. Діапазон технологій змішаної реальності

Істотною відмінністю доповненої реальності від віртуальної є збереження фізичного світу як контексту, в якому представлені віртуальні об'єкти і з яким вони взаємодіють. Віртуальна реальність повністю абстрагується від фізичного світу, щоб помістити користувача повністю у віртуальний світ. Віртуальна реальність використовує спеціальні позиційні трекери з дисплеями (окуляри віртуальної реальності), які динамічно оновлюють видимий користувачем простір у віртуальному середовищі. Важливо розуміти, що доповнена реальність повністю змінює це парадигму, і в підсумку віртуальні об'єкти розміщуються в реальному оточенні користувача.

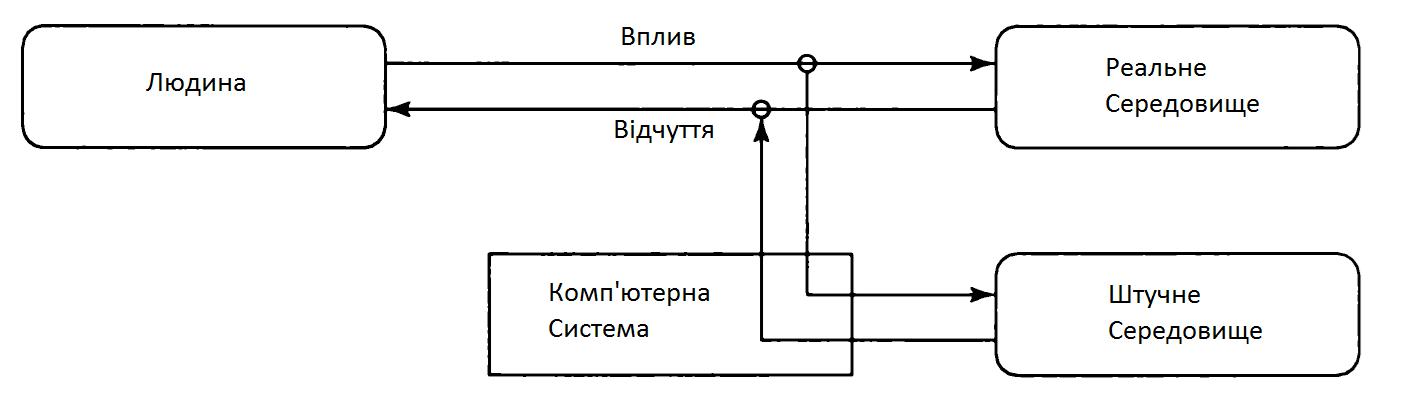
Таким чином, доповнена реальність - це технології, що дозволяють доповнювати зображення реальних об'єктів різними об'єктами комп'ютерної графіки, а також поєднувати зображення, отримані від різних джерел комп'ютерного середовища: відеокамер, акселерометрів, компасів і т.д. Схема середовища доповненої реальності представлена на рис. 1.2. На відміну від «віртуальної реальності», яка передбачає повністю штучний синтезований світ (відеоряд), доповнена реальність припускає інтеграцію віртуальних об'єктів у природні відеосцени.

Рис 1.2. Схема середовища доповненої реальності

Рональд Азума (Ronald Azuma) виділив ряд ознак, якими має володіти доповнена реальність:

1. комбінування реального та віртуального світу;
2. інтерактивність;
3. тривимірне представлення об'єктів.
   * 1. Класифікація систем доповненої реальності

Людина отримує уявлення про навколишній простір за допомогою великого набору органів сприйняття навколишньої інформації. Система доповненої реальності, будучи посередником між людиною і реальністю,

повинна створювати сигнал для одного з таких органів. Таким чином, за типом подання інформації системи доповненої реальності бувають:

*Візуальні*.В їх основі лежить зорове сприйняття людини.Завдання такихсистем - створити зображення, яке буде використано людиною. Оскільки зображення для людини є більш інформативним і зрозумілим, такий вид систем є більш поширеним.

*Аудіо*.Такі системи орієнтовані на слухове сприйняття.Найчастіше такісистеми використовуються в навігації. Наприклад, вони видають спеціальні сигнали, коли людина досягає певного місця. Можливе використання стереоскопічного ефекту, що дозволяє людині йти в потрібному напрямку, орієнтуючись на джерело звуку. Прикладом такої системи є Hear & There .

*Аудіовізуальні*. Це комбінація двох попередніх типів, однак,

аудіоінформація в них має лише допоміжний характер. Системи доповненої

реальності завжди потребують інформації, одержуваної з навколишнього середовища. Саме на основі цих даних будуються віртуальні об'єкти. Кожна з таких систем володіє певним набором сенсорів - пристроїв, що дозволяють збирати інформацію з навколишнього середовища:звукові і електромагнітні коливання, прискорення і т.д. Для класифікації має сенс розділяти сенсори не по типам реєстрованих фізичних величин, а за їх призначенням, оскільки подібні за своєю природою сигнали можуть нести різну інформацію. За типом сенсорів можна виділити наступні системи:

*Геопозиційні*.Орієнтуються,перш за все,на сигнали системпозиціонування GPS або ГЛОНАСС. На додаток до приймачів таких сигналів геопозиційні системи можуть використовувати компас і акселерометр для визначення кута повороту відносно вертикалі і азимута.

*Оптичні*.Такі системи обробляють зображення,отримане з камери,якапереміщається разом з системою або незалежно від неї.

Системи доповненої реальності можна розрізняти за ступенем взаємодії з користувачем. У деяких системах користувач грає пасивну роль, він лише спостерігає за реакцією системи на зміни в навколишньому середовищі. Інші ж системи вимагають активного втручання користувача - він може управляти як роботою самої системи, для досягнення результатів, так і змінювати віртуальні об'єкти. За цією ознакою системи діляться на:

*Автономні*.Вони не вимагають втручання користувача.Завдання такихсистем зводиться до надання інформації про об'єкти. Наприклад, подібні системи можуть аналізувати об'єкти, що знаходяться в полі зору людини і видавати довідкову інформацію про них. Також системи такого типу використовуються в медицині. Наприклад, система Gait Aid для людей з порушеннями опорно-рухового апарату. Вона шляхом використання віртуальних об'єктів надає мозку додаткову інформацію, яка допомагає координувати рухи.

*Інтерактивні*.Такі системи засновані на взаємодії з користувачем.На різнідії користувач отримує різну відповідь. У подібних системах необхідно мати пристрій введення інформації. В якості такого пристрою може застосовуватися сенсорний екран мобільного телефону, планшет або спеціальний маніпулятор. Вибір пристроїв введення залежить від специфіки системи. У разі простих дій з віртуальним об'єктом, достатньо простого вказівного пристрою. Якщо ж необхідна імітація будь-яких реальних процесів і виконання складних маніпуляцій з об'єктами використовуються спеціальні маніпулятори, які мають різну кількість ступенів свободи. Прикладом можуть служити пристрої PHANTOM.

Інтерактивність виражається в різному ступені. Бувають системи, що дозволяють користувачеві активно змінювати віртуальне середовище.

Зазвичай це системи-симулятори будь-яких реальних дій. Вони використовуються у разі, коли використання реальних об'єктів неможливо,

наприклад, спеціалізовані медичні тренажери, що дозволяють початківцям лікарям відпрацьовувати необхідні навички.

Існують інші системи, де користувачеві не потрібно змінювати віртуальне середовище. Замість цього користувач обирає, які віртуальні об'єкти він хоче побачити. Користувач також має можливість маніпулювати віртуальними об'єктами, але не на рівні структури, а на рівні відображення, тобто застосовувати, наприклад аффінні перетворення типу повороту, переміщення і т.д. До даної групи можна віднести різні архітектурні системи , що дозволяють побачити, як впишеться в реально існуючу обстановку нова споруда або його частина, а також навігаційні та геоінформаційні системи. Подібні системи можуть показувати частини об'єктів інтересу, приховані іншими будівлями, додаткову інформацію про обрані об'єктах і т.д.

За ступенем мобільності системи доповненої реальності можна класифікувати як:

*Стаціонарні*.Системи цього типу призначені для роботи в фіксованомумісці; переміщення таких систем означає часткове або повне припинення їх працездатності.

*Мобільні*.Системи цього типу можуть без зусиль переміщатися;часто такепереміщення і лежить в основі виконуваної ними функції . Належність до того чи іншого типу визначається функціями системи. Так, симулятор хірургічного столу не повинен бути мобільним, оскільки його завдання - відтворити для людини спеціальні умови, максимально наближених до реальних. У той же час навігаційна система повинна бути якомога більш мобільною, щоб вона могла переміщатися разом з транспортним засобом або людиною, не створюючи додаткових витрат на її переміщення.

* + 1. AR прилади

Основними пристроями, використовуваним в системах доповненої реальності є дисплеї, пристрої введення, пристрої відстеження та комп'ютер.

*Дисплеї.* Існує три основних типи дисплеїв, використовуваних в роботі з доповненою реальністю: head mounted displays (HMD), ручні дисплеї і просторові.

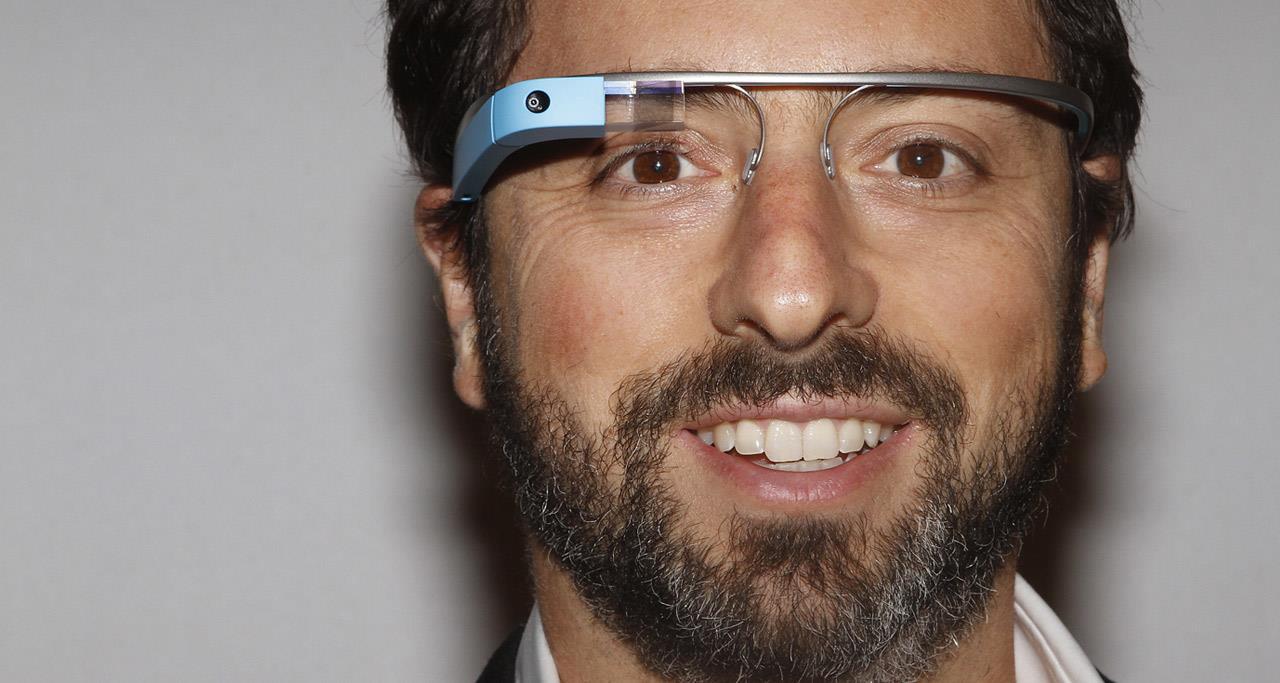
HMD є пристроєм, який закріплюється на голові користувача, або на спеціальному шоломі і розміщає зображення реального і віртуальною середовища перед очима користувача. HMD може бути або відео-прозорим або оптико-прозорим (Рис. 1.3).

Рис 1.3. Google Glass приклад оптико-прозорого HMD

Відео-прозорі системи більш вимогливі, ніж оптико-прозорі так, як вони потребують того, щоб користувач носив дві камери на голові, а отже обробки даних з обох камер, щоб відображати як "реальну частину" доповненої сцени, так і віртуальні об'єкти. У цей час оптико-прозорі системи використовують технологію половини срібного дзеркала, що дозволяє дивитися на реальний фізичний світ через спеціальну «лінзу», яка накладає додаткову графічну інформацію. Сцена, а також реальний світ в такій системі сприймаються більш природно. З іншого боку, у відео-прозорих системах доповнена реальність вже спочатку поєднана з реальною, що дає набагато більше контролю над результатом. Таким чином, контроль над часом кінцевої сцени може бути досягнутий шляхом синхронізації віртуального зображення до його відображення. В оптично-прозорому варіанті, відображення реального світу не може бути загальмовано, однак це призводить до затримки при введенні в систему, графіки і обробці зображень.

Під ручними дисплеями розуміються невеликі обчислювальні пристрої з дисплеєм, які користувач може тримати в руках. Вони використовують відео- прозорі методи для накладення графіки на реальне середовище, а так само використовують додаткові датчики, такі як компас, GPS і акселерометр. Для реалізації систем доповненої реальності часто використовуються системи розпізнавання маркерів, такі як ARToolKit, або методи комп'ютерного зору, такі як SLAM. Такими пристроями можуть бути: смартфони, КПК і планшетні ПК.

Смартфони портативні і широко поширені пристрої, що поєднують потужний процесор, камеру, набір необхідних сенсорів, що робить їх дуже перспективною платформою для AR систем. Планшетні ПК набагато потужніші, ніж смартфони, але вони значно дорожчі і занадто важкі для тривалого використання. Однак з розвитком технологій планшети стають все більш перспективною платформою для роботи з доповненою реальністю.

*Пристрої вводу*. Є багато типів пристроїв введення для AR систем. Деякі системи використовують рукавички. Інші, такі як ReachMedia використовують бездротові браслети. У разі смартфонів, телефон сам по собі може бути використаний як вказівний пристрій, наприклад, у додатку Google Sky Map на Android телефон вимагає від користувача направити камеру в напрямку зірки або планети, про яку він хоче дізнатися. Вибір пристроїв введення в значній мірі залежить від типу розроблюваної системи і типу обраного дисплея. Наприклад, якщо додаток вимагає, щоб руки користувача були вільними, пристрої введення будуть обрані відповідно. Аналогічним чином, якщо система використовує портативний дисплей, розробники можуть використовувати як пристрої введення сенсорний екран.

*Пристрої відстеження*. Пристроями стеження є цифрові камери або інші оптичні датчики,GPS, акселерометри, компаси, бездротові датчики і т.д. Кожна з цих технологій має різну ступінь точності і багато в чому залежить від типу розроблюваної системи.

1.1.4 Мобільні системи доповненої реальності

Мобільні системи доповненої реальності включають в себе мобільні додатки для телефонів. Використання мобільних телефонів для доповненої реальності має як переваги так і недоліки. Більшість мобільних пристроїв в даний час обладнано камерами, що робить мобільний телефон однією з найбільш зручних платформ для реалізації систем доповненої реальності. Крім того, більшість сучасних телефонів мають додаткові вбудовані датчики такі як: акселерометри, магнітометри і GPS-приймачі, які можуть поліпшити роботу AR програми.

У мобільній доповненої реальності (AR), користувачі дивляться на пряме зображення, отримане з відеокамери на їх мобільному пристрої і сцени, які вони бачать (тобто реальний світ) збагачуються (доповнюються) інтегрованими тривимірними віртуальними об'єктами (тобто об'єктами доповненої реальності). Ця технологія має величезний потенціал у таких областях, як реклама, навігація, розваги, культурно-виставкова сфера і т.д.

Якщо віртуальний об'єкт просто накладається на реальне зображення, а не інтегрується в нього, то для створення середовища доповненої реальності можуть бути використані додаткові сенсори, присутні в сучасних мобільних пристроях, такі як акселерометр, компас, GPS. Використовуючи інформацію про місцезнаходження, користувач може переміщатися по світу доповненої реальності. Якщо віртуальні об'єкти мають безпосередній зв'язок з реальним світом, більшу ніж просто глобальне положення, наприклад віртуальне будівля, побудована на реальному пустирі, то для такої доповненої реальності необхідна додаткова інформація, така як кордони пустиря і його розміри. Отримання цієї додаткової інформації зазвичай досягається за допомогою спеціальних маркерів або за допомогою спеціальних функцій розпізнавання.



Рис. 1.4. AR на мобільному пристрої

Такими маркерами можуть слугувати: зображення, яке підготували завчасно, елементарні тривимірні фігури або об’єкти, які можуть розпізнаватися завдяки додатковим алгоритмам.

Добре відомо, що для якісних AR систем, щоб надати реалістичний результат потрібно дуже точно відстежувати реальну середу для подальшої інтеграції в неї віртуальних об'єктів. Найбільш поширений тип системи спостереження для мобільних систем - це стеження шляхом комбінування даних, що надходять з декількох датчиків. У вуличних системах в основному використовують GPS або інерційні методи відстеження за допомогою акселерометрів, гіроскопів, компасів та інших датчиків, поряд з методами комп'ютерного зору. Система GPS забезпечує простоту відстеження, незважаючи на малу точність. Для більш точної оцінки положення користувача і його орієнтація GPS використовується в поєднанні з різними інерційних датчиками. Таким чином, точки інтересу користувача звужуються, і це дозволяє спростити візуальне відстеження. У приміщенні GPS володіє поганими показниками, а отже не може бути використаний, тому використовуються тільки візуальні і інерційні методи. Поєднання цих методів має свої особливості: візуальне відстеження досягає найкращих результатів при низькій частоті руху, а інерційні датчики краще працюють при високій частоті руху. Під час повільного руху вони не дають добрих результатів через дрейф зсуву. Взаємодоповнюючий характер цих систем призводить до спільного їх використання в більшості гібридних систем.

Деякі системи покладаються тільки на комп'ютерний зір, але більшість з них розраховані на роботу в приміщеннях, де навколишнє середовище легко контролюється. Коли справа доходить до візуального відстеження на вулиці, з'являються зовнішні фактори, які значно ускладнюють завдання. Одіна з найбільш "просунутих" мобільних систем є Google Goggles; ця система може: розпізнавати об'єкти простої форми, наприклад, штрих-коди або книги; визначати місце розташування й напрямок руху, завдяки GPS і акселерометру, які допомагають системі визначити напрям погляду, щоб звузити точку інтересу.

1.1.5 Огляд існуючих технологій для роботи з AR

OpenCV - бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом. Реалізована на C / C ++, також розробляється для Python, Java, Ruby, Matlab, Lua та інших мов. Може вільно використовуватися в академічних та комерційних цілях - поширюється в умовах ліцензії BSD.

Vuforia SDK - це програмне забезпечення для мобільних пристроїв, яке дозволяє створювати додатки доповненої реальності. Воно використовує технологію комп'ютерного зору для того, щоб розпізнавати і відстежувати плоскі зображення і прості 3D-об'єкти в режимі реального часу. Ця можливість реєстрації зображень дозволяє визначати розташування й орієнтації віртуальних об'єктів, таких як 3D-моделі, в реальному світі, коли вони розглядаються через камеру мобільного пристрою. Положення і орієнтація віртуального об'єкта відстежується в реальному часі, так що точки зору глядача на об'єкт співвідноситься з їх точкою зору на зображення, так, що здається, що віртуальний об'єкт є частиною реальної сцени світу.

Vuforia забезпечує API для C++, Java, Objective-C і .Net мов. Є розширення ігрового движка Unity. Таким чином, SDK підтримує як рідні для IOS і Android мови, так і одночасно дозволяє розробляти додатки доповненої реальності в Unity, які можна легко портувати на обидві платформи. Саме тому, додатки, розроблені з використанням Vuforia, сумісні з широким спектром мобільних пристроїв, включаючи iPhone, iPad, Android - телефонів і планшетів під управлінням ОС Android версії 2.2 або вище і ARMv6 або 7 процесор з FPU.

ARToolkit - це бібліотека комп'ютерного стеження для створення додатків з доповненою реальністю Для цього він використовує можливості відео спостереження, розрахунок реального стану та орієнтації камери по відношенню до квадратного фізичного маркеру в режимі реального часу. Коли реальний стан камери відомо, віртуальна камера може бути розташована в тій же точці і 3D модель накладається на реальний маркер. Так ARToolKit вирішує дві ключові проблеми в доповненої реальності: відстеження погляду і віртуальної взаємодії об'єктів.

ARToolKit був спочатку розроблений Hirokazu Kato Нара інституту науки і технологій в 1999 році і був випущений в університеті Лабораторія HIT, у Вашингтоні. В даний час він функціонує як проект з відкритим розміщенням на SourceForge з комерційною ліцензією доступна ARToolWorks. ARToolKit дуже широко використовується (бібліотека з більш ніж 160000 завантажень з 2004 року).

Metaio SDK - готова бібліотека для створення мобільних додатків доповненої реальності. Використовує OpenGl використовує SLAM методи для більш точної роботи

String - бібліотека для створення мобільних додатків орієнтована на iOS пристрою.

Таблиця 1.1. Порівняння технологій AR

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Альтернативи | Кросплатформенність | Підтримка мов програмування | Тип ліцензування | Загальна  оцінка(0-5) |
| OpenCV | iOS, PC, Android, Linux | C++,Python,Java, Ruby, Matlab | Boost Software License | 4 |
| Vuforia | iOS, Android, Unity | C++,Java, Objective-C, .NET | Free+Comercial SDK option | 4 |
| ARToolKit | iOS, Android, Unity | Java, Objective-C, | Free+Comercial SDK option | 4 |
| Metaio | iOS, Android, Unity,WEB | Java, Objective-C, .NET | Free+Comercial SDK option | 3 |
| String | iOS, Unity | Objective-C, .NET | Comercial SDK option | 2 |

Огляд існуючих технологій для роботи з AR з урахуванням найбільш важливих критеріїв показав, що найоптимальнішим серидовищем для розробки є ARToolKit. ARToolKit - безкоштовна бібліотека, постійно модернізується, дозволяє працювати як з нативними додатками, так і створювати кроссплатформенні програми за допомогою спеціального ігрового рушія.

1.2 Мобільні пристрої

1.2.1 Передмова

У сучасному світі все більшого поширення набувають пристрої на базі мобільних платформ. Це зумовлено потребою сучасної людини бути завжди на зв'язку. Але якщо десять років тому мобільний телефон був всього лише засобом зв'язку - пересувною версією стаціонарного апарату то в наш час у поняття мобільний телефон вкладається надзвичайно широкий набір функцій. За допомогою смартфону можна робити високоякісні фотографії і відео, отримувати, зберігати, відтворювати і передавати значні обсяги даних, користуватися Інтернетом та грати в ігри, про якість та деталізації яких ще десять років тому не могли мріяти і власники настільних комп'ютерів. Смартфон володіє наступними особливостями:

- має операційну систему

- зручний великий дисплей (зазвичай сенсорний);

- багатоядерний процесор;

- графічна карта, що дозволяє обробку значних обсягів мультимедійної

інформації без завантаження основного процесора;

- оперативна пам'ять, яка дозволяє оперувати великими обсягами даних;

- значний обсяг вбудованої пам'яті, а також можливість підключення зовнішніх SD карт;

Як і персональні комп’ютери, сучасні смартфони потребують операційну систему. На сьогоднішній день існує широкий спектр мобільних платформ, основні з яких наведено нижче:

*Android*. Операційна система і платформа для мобільних телефонів та планшетних комп'ютерів, створена компанією Google на базі ядра Linux. Підтримується альянсом Open Handset Alliance (OHA). Хоча Android базується на ядрі Linux, він стоїть дещо осторонь Linux-спільноти та Linux-інфраструктури. Базовим елементом цієї операційної системи є реалізація Dalvik віртуальної машини Java, і все програмне забезпечення і застосування спираються на цю реалізацію Java. Android дозволяє створювати Java-додатки, що керують пристроєм через розроблені Google бібліотеки. Android Native Development Kit дозволяє перенести бібліотеки і компоненти додатків, написані на С та інших мовах.

*Windows Phone*. Мобільна операційна система, розроблена Microsoft, вийшла 11 жовтня 2010 року. Операційна система є наступником Windows Mobile, хоча і несумісна з нею, з повністю новим інтерфейсом і вперше з інтеграцією сервісів Microsoft: ігрового Xbox Live і медіаплеєра Zune. На відміну від попередньої системи, Windows Phone більшою мірою орієнтований на ринок споживачів, ніж на корпоративну сферу.

*BlackBerry OS.* Компактна операційна система для мобільних пристроїв з основним набором застосунків. BlackBerry OS працює на ряді пристроїв — смартфони й комунікатори, що випускаються компанією Research In Motion Limited (RIM).

*IOS*. Заснована на спеціальній версії Mac OS X. Особливістю системи є закритий вихідний код. Користувацький інтерфейс iOS заснований на концепції прямої маніпуляції з використанням жестів Multi-Touch. Елементи інтерфейсу управління складаються з повзунків, перемикачів і кнопок. Він призначений для безпосереднього контакту користувача з екраном пристрою. Внутрішній акселерометр використовуються деякими програмами для реагування на струшування пристрою, яке є також загальною командою скасування, або обертати пристрій у трьох вимірах, що є загальною командою перемикання між книжковим та альбомним режимами.

Також крім цих операційних систем існує досить багато й інших, хоча вони менш популярні:Symbian, Palm OS, Linux та інші .

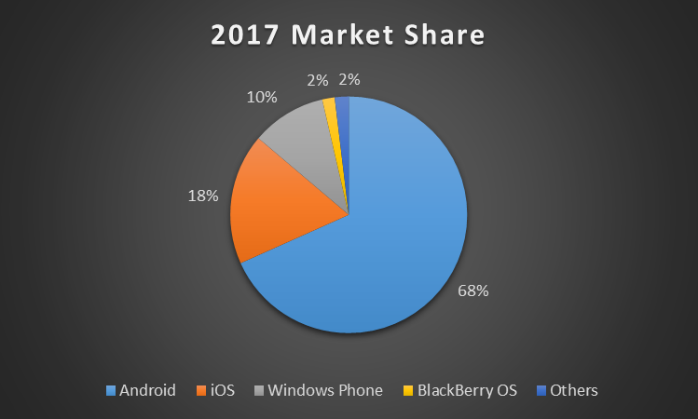


Рис. 1.6. Розподіл мобільних ОС станом на початок 2017

Огляд існуючих мобільних пристроїв та оперційних систем показав, що для розробки AR додатків найоптимальнішою буде OS Android. Android - безкоштовна мобільна операційна система з відкритим кодом, постійно модернізується. Наразі Android є і найпопулярнішо операційною системою для мобільних пристроїв, її частка становить близько 70%, це означає, що додатки написані під Android матимуть більший попит, ніж на додатки, для інших операціних систем. Також для розробки додатків під Android є добре задокуметноване Android SDK і безкоштовне середовище розробки - Android Studio.

1.3 Програми-аналоги

Оскільки ціловою платформою було обрано операціну систему Android, то розглядатися будуть програми аналоги саме під неї. На сьогодні в Play Market(офіційний магазин Android додатків від Google), можна знайти десятки додатків з використанням технології AR. Розглянемо найполярніші з них.

*IKEA*. Додаток від компанії IKEA було випущено ще в 2013 році, задовго до того, як технологія доповненої реальності набула широкої популярності. Додаток дозволяє подивитися, як будуть виглядати меблі у вашому інтер'єрі. Можна вибирати предмети, змінювати їх розмір і розташування. Додаток може бути корисним не тільки для покупців IKEA, які хочуть визначитися з вибором до покупки. Це також зручний спосіб почерпнути нові ідеї для облаштування будинку і відразу візуалізувати їх.

*SmartReality.* Додаток SmartReality є захоплюючим обєднанням смартфона, віртуальної і доповненої реальності. Призначений для професійних архітекторів, який дозволяє інтегрувати свої креслення в додаток, які потім будуть перетворені в SmartReality-сумісні файли. Після того, як файл буде завантажений і проаналізований , користувачі можуть використовувати свої ж креслення в якості маркерів і перевести їх в будь-який віртуальної реальності або доповненої реальності.

Програмне забезпечення сумісне з різними VR і AR лобовому встановлені дисплеї. У режимі VR користувачі можуть буквально пройти через свої плани. Цей тип взаємодії є надзвичайно корисним, щоб отримати відчуття масштабу і розуміння того, як люди всередині будівлі будуть рухатися.

В AR режимі SmartReality створює моментальну 3D модель на столі або іншій поверхні. Обидві функції програми представляють новий захоплюючий спосіб для архітекторів, щоб взаємодіяти зі своїми творіннями, перш ніж вони побудовані. Спираючись на креслення, програмне забезпечення дозволяє архітекторам визначити можливі помилки на етапі проектування і вчасно їх виправити.



Рис.1.7 Інтерфейс додатку SmartReality

*Augment*. Додаток Augment використовує маркерну технологію, серед плюсів якої є можливість самостійно управляти контентом, а простіше кажучи, вертіти маркер разом з моделлю, як заманеться. На сайті компанії пропонується завантажити мітки трьох розмірів, що покривають самі різні потреби, від мініатюрної, до зображення для листа ватману. Звичайно, з можна і не роздруковувати, користуючись зображенням з екрану, але в цьому випадку не гарантується дотримання задуманих розмірів моделей. Augment дозволяє розташовувати моделі товарів в масштабі 1:1 в квартирі, на прилавках та інших місцях, де вони можуть стати в нагоді. Клієнти інтернет-магазинів, що потурбуватися про наявність такого AR-функціоналу, можуть уникнути мас сумнівів і страхів, «поставивши» потрібний товар на своєму столі або навіть покрутивши його в руках, тим самим перевіривши його «в дії». Оскільки додаток Augment не придназначений для якоїсь конкретної задачі, від дозволяє користувачам завантажувати і потім використовувати свої власні 3D моделі, що робить його ще універсальнішим, навідміну від конкурентів, в яких дана функція або відсутня або обмежена каталогами, які можна дозавантажинти.

Порівняльна характеристика програм-аналогів наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Порівняльна характеристика програм-аналогів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| характеристика | IKEA | Augment | SmartReality |
| Наявність AR технології | + | + | + |
| Наявність VR технології | - | - | + |
| Необхідність маркера | + | - | + |
| Можливіть розширити каталог моделей | + | + | + |
| Можливіть переміщувати об`єкти вручну | - | + | - |
| Наявність під інші операційні системи | + | + | + |

Прооаналізувавши програми-аналоги, можна зробити висновок, що AR технологія є досить популярною в сфері інтерєру та дизайну. Кожен з розглянутих додатків має якусь свою унікальну функцію і призначення. IKEA, це додаток від одноіменної меблевої компанії, за допомогою якого користувачі можуть переглядати нові колекції і «облаштовувати» власну оселю як їм заманеться, не докладаючи значних зусиль для цього. SmartReality це професіний інструмент для архітекторів, за допомогою якого можна реалізувати власний задум просто на папер і виявити власні помилки. Augment - це додаток який звичайно можна використовувати як розвагу, але водночас він може слугувати і помічником в вирішенні побутових проблем.

1.2.1 OS Android

Android - операційна система і платформа для мобільних телефонів та планшетних комп'ютерів, створена компанією Google на базі ядра Linux. Підтримується альянсом Open Handset Alliance (OHA).

Хоча Android базується на ядрі Linux, він стоїть осторонь Linux-спільноти та Linux-інфраструктури. Базовим елементом цієї операційної системи є віртуальна машина Dalvik (починаючи з версії 5.0 середовище виконання Android Runtime повністю замінило Dalvik). Додатки на цю платформу являють собою прогрмами з нестандартним байт-кодом. Для них був розроблений спеціальний формат установочних пакетів .APK.

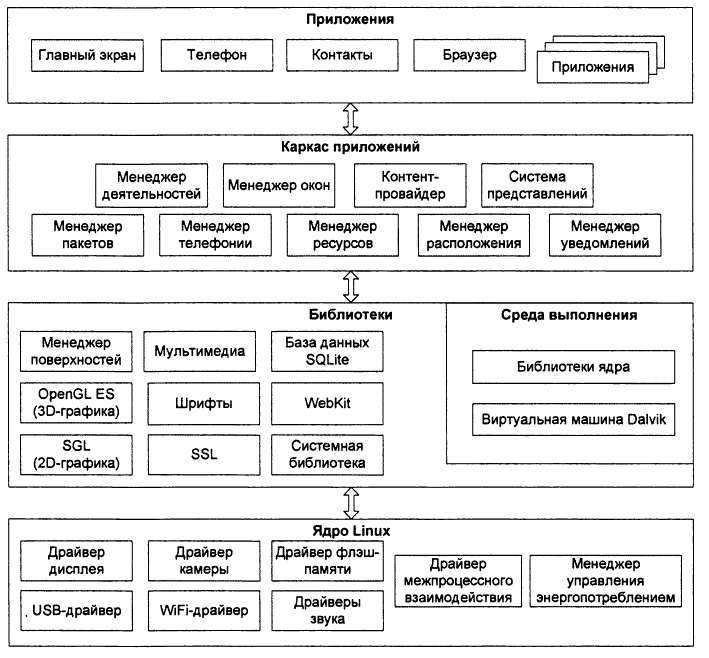


Рис. 1.7. Архітектура платформи Android

У 84 % смартфонів, проданих у 3-ому кварталі 2014 року, була встановлена операційна система Android[4].

У березні 2017 року ОС Android стала найпопулярнішою ОС, з якої виходили в інтернет.[5]. Так з 37,93% користувачів заходили в інтернет із Android'а, а з Windows лише 37,91% користувачів. В Азії показники ще вищі — 52,2% і 29,2% відповідно.

У липні 2005 року компанія Google купила Android, Inc.[6]. Усі засновники цієї стартап-компанії пішли працювати у Google. На той час, мало що було відомо про Android, Inc. окрім того, що вони займаються розробкою ПЗ для мобільних телефонів. Такий розвиток подій спричинив виникнення чуток про те, що Google планує увійти на ринок мобільних телефонів, але було незрозуміло, що саме компанія планує там робити.

У Google група на чолі з Рубіном розробила ОС на основі Linux (ядро v2.6), яку вони пропонували розробникам телефонів та операторам мобільного зв'язку як гнучку та розширювану систему. Повідомлялося, що Google планує співпрацю з рядом розробників апаратних компонентів та програмного забезпечення, і є відкритою для співпраці з операторами мобільного зв'язку[7][8].

У грудні 2006 року знову пішли чутки про те, що Google буде просуватися на ринок мобільних телефонів. Доповіді BBC і The Wall Street Journal зазначали, що Google хоче розмістити пошуковик Google і ПЗ Google на мобільних телефонах, і компанія постійно напружено працює для досягнення цієї мети.

Далі у пресі та онлайн-ЗМІ почали з'являтися чутки, що Google розробляє телефон під власним брендом. За цими були інші, які стверджували, що Google визначила технічні характеристики та вже презентує прототипи розробникам телефонів та операторам мобільного зв'язку. Повідомлялося, що буде реалізовано приблизно 30 прототипів[9]. Network World повідомляє, що Google-телефон дійсно є телефоном з відкритою операційною системою, на відміну від схожих продуктів, таких як iPhone[10]. Проектом створення смартфона з використанням відкритого коду, в тому числі з використанням ядра Linux.

У 2009 році було представлено цілих чотири оновлення платформи. Так, в лютому вийшла версія 1.1 з виправленням різних помилок. У квітні та вересні вийшли ще два оновлення - 1.5 «Cupcake» і 1.6 «Donut» відповідно. Оновлення «Cupcake» привнесло істотні зміни: віртуальна клавіатура, відтворення і запис відео, браузер і інші. У «Donut» вперше з'явилися підтримка різних дозволів і щільності екрану і мереж CDMA. У жовтні того ж року вийшла версія операційної системи Android 2.0 «Eclair» з підтримкою декількох акаунтів Google, підтримкою браузером мови HTML5 та інших нововведень, а також після невеликого оновлення в межах версії «Eclair» (2.1) з'явилися «живі шпалери» і був видозмінений екран блокування.

У середині 2010 Google представила Android версії 2.2 під найменуванням «Froyo», а в кінці 2010 року - Android 2.3 «Gingerbread». Після оновлення «Froyo» стало можливо використовувати смартфон в якості точки доступу, використовувати традиційну систему блокування смартфона цифровим або буквено-цифровим паролем та інші зміни, а оновлення «Gingerbread» привнесло більш повний контроль над функцією копіювання і вставки, поліпшення управління живленням і контролю над додатками, підтримку декількох камер на пристрої і т. д. 22 лютого 2011 року була офіційно представлена орієнтована на інтернет-планшети платформа Android 3.0 «Honeycomb».

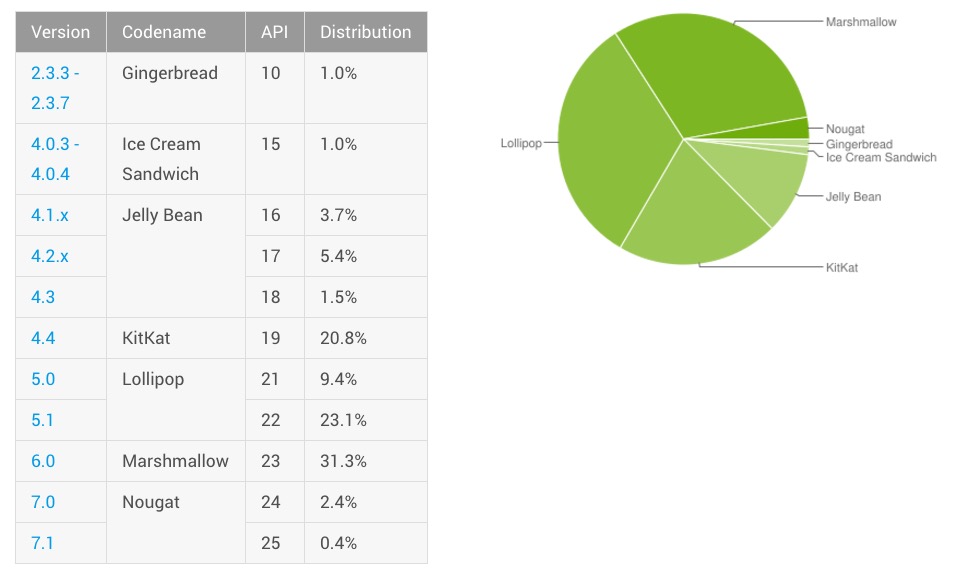


Рис. 1.8. Розподіл версій Android OS станом на 2017р.

Android 4.0 «Ice Cream Sandwich», що вийшла 19 жовтня 2011, - перша універсальна платформа, яка призначена як для планшетів, так і для смартфонів. Також оновлення привнесли новий інтерфейс «Holo», який використовувався до Android 4.4.4 Kitkat, на даний момент замінений на Material Design. У червні 2012 вийшло оновлення під назвою «Jelly Bean» з порядковим номером 4.1, який змінився на 4.2 внаслідок невеликого оновлення в кінці жовтня того ж року і на 4.3 після оновлення в липні 2013. 31 жовтня 2013 Google представила наступну версію операційної системи Android 4.4, яка отримала назву шоколадного батончика «KitKat» за угодою з компанією виробником Nestlé . Вперше KitKat з'явився на Nexus 5; ця версія Android оптимізована для роботи на більш широкому наборі пристроїв, що мають 512 МБ ОЗУ як рекомендований мінімум. 25 червня 2014 Google представили Android L, зараз доступний для розробників.

Деякі користувачі відзначають, що Android проявляє себе краще одного зі своїх конкурентів, Apple iOS, в ряді особливостей, таких як веб-серфінг, інтеграція з сервісами Google і інших[43]. Також Android, на відміну від iOS, є відкритою платформою, що дозволяє реалізувати на ній більше функцій.

Незважаючи на початкову заборону на установку програм з «неперевірених джерел» (наприклад, з карти пам'яті), це обмеження відключається штатними засобами в налаштуваннях пристрою, що дозволяє встановлювати програми на телефони та планшети без інтернет-підключення (наприклад, користувачам, які не мають Wi-Fi-точки доступу і не бажають витрачати гроші на мобільний інтернет, який зазвичай коштує дорого), а також дозволяє будь-кому безкоштовно писати програми для Android і тестувати на своєму пристрої.

Android доступний для різних апаратних платформ, таких як ARM, MIPS, x86.

Існують альтернативні Google Play магазини додатків: Amazon Appstore, Opera Mobile Store, GetUpps!, F-Droid.

У версії 4.3 з'явилась підтримка багатокористувацького режиму[44].

Також Android був підданий критиці:

Платформа базується на Java (спеціальна реалізація Dalvik), тому переваги і можливості операційної системи Linux на цій платформі практично не використовуються. Наприклад, не використовується жоден з популярних графічних тулкітів і бібліотек (наприклад Qt або GTK), що робить малоймовірною появу значної кількості застосунків, портованих з повноцінного десктопного варіанту Linux на цю платформу через відсутність поза вибором X-сервера і поширених графічних бібліотек.

З'явилася інформація про те, що Google на свій розсуд видалятиме застосунки на телефонах користувачів, якщо порушуються умови їх використання[45].

Конкуренти Android виступили з критикою платформи, звинувачуючи її в надмірній фрагментації, що створює перешкоди розробникам[46][47]. Google спростувала всі звинувачення, заявивши, що ніяких подібних проблем немає[48].

Щоб користувачі телефонів мали доступ до Google Play та інших сервісів від Google, виробники цих телефонів мають укласти контракт з Google на використання відповідного пропрієтарного програмного забезпечення[49].

1.3 ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ANDROID OS

До переваг платформи можна віднести:

1. Деякі оглядачі відзначають, що Android проявляє себе краще Apple iOS, в ряді особливостей, таких як: веб-серфінг, інтеграція з сервісами Google Inc. та інших. Android, на відміну від iOS, є відкритою платформою, що дозволяє реалізувати на ній більше функцій.

2. На відміну від iOS і Windows Phone 7, в Android заявлена ​​повноцінна реалізація Bluetooth-стека, що дозволяє в тому числі передачу і прийом файлів. Присутній реалізація FTP-сервера, режиму точки доступу до мережі (служби PAN) і груповий тимчасової мережі через Bluetooth (служби GN).

3. В пристроях на базі Android, як правило, присутній MicroSD-кардрідер, що дозволяє швидкий обмін файлами між комп'ютером та телефоном. Крім того, в iOS і Windows Phone 7 неможлива пряма передача будь-яких файлів з телефону і на телефон, крім як через програми синхронізації (iTunes і Zune), в той час як телефони на Android експортують файлову систему карти пам'яті як USB mass storage device (у версіях старше 3.0 на розсуд виробника) або за допомогою Media Transfer Protocol.

4. Не дивлячись на початкову заборону на установку програм з «неперевірених джерел» (наприклад, з карти пам'яті), це обмеження відключається штатними засобами в налаштуваннях апарата, що дозволяє встановлювати програми на телефони та планшети без інтернет-підключення (наприклад, користувачам, які не мають Wi -Fi-точки доступу і не бажають витрачати гроші на мобільний інтернет, який зазвичай коштує дорого), а також дозволяє всім бажаючим безкоштовно писати програми для Android і тестувати на своєму апараті.

5. Android доступний для різних апаратних платформ, таких як ARM, MIPS, x86.

6. Існують альтернативні Google Play магазини додатків: en: Amazon Appstore (англ.), En: Opera Mobile Store (англ.), Yandex.Store, GetUpps.

Не зважаючи на чималу кількість переваг, платформа від компанії Google піддалась критиці з боку користувачів, юристів та розробників:

1. На деяких Android-пристроях є сервіси Google, що забезпечують можливість передачі ідентифікаційної інформації на сервери компанії, наприклад, інформації про переміщення користувача в реальному часі.
2. Можливість установки програм з «неперевірених джерел» сприяє піратству на платформі Android.
3. У версії Android 1.6 розробники додали Native Development Kit [96], який дозволяє писати власні низькорівневі модулі для системи на мовах C / С ++, спираючись на стандартні Linux-бібліотеки. Хоча, наприклад, стандартна бібліотека мови Сі на платформі Android, відома як Bionic, якраз не є стандартною і повністю сумісною з libc.
4. Для доступу до Google Play та інших сервісів від Google необхідно використовувати пропрієтарні додатки, які виробник телефону має право встановлювати на телефон тільки після укладення контракту з Google [97].
5. Конкуренти Android виступили з критикою платформи, звинувачуючи її в надмірній фрагментації, що створює перешкоди розробникам [98] [99]. Google спростувала всі звинувачення, заявивши, що ніяких подібних проблем немає [100].
6. Піддалося критиці рішення Google не розміщувати в широкому доступі код Android 3.0 Honeycomb, доступний тільки для учасників Open Handset Alliance або за індивідуальним запитом після підписання угоди. Google мотивує це неготовністю платформи і заходом попередження недбалої її реалізації [101]. Річард Столлман заявляв, що «все просто і ясно: за винятком ядра Linux, Android 3 являє собою невільний софт» і «не дивлячись на те, що телефони з Android на сьогоднішній день не такі погані, як смартфони Apple або Windows, не можна сказати, що вони поважають вашу свободу »[102]. На даний момент Google відкрив вихідний код для всіх версій Android аж до 6.0 [103], а також відправив у Linux все зміни, відповідно до GPL [104].
7. За даними Lookout Security Mobile, за 2011 рік у користувачів Android-смартфонів було вкрадено близько мільйона доларів США (напр., Відправка СМС без відома власника телефону) [105].