

м'ячик і одночасно запустимо запис, то побачимо, що отримали точну фізичну модель.

До речі, Галілей зробив це дуже розумно, пустивши м'ячик униз по струнах своєї лютні. Я поставив ці яблука, щоб не забути сказати вам, що, можливо, ця історія схожа на історію Ньютона з яблуками, але це чудова історія. І я подумав, що варто показати щось на цьому 100-доларовому комп'ютері, щоб довести, що це на ньому працює. Отож, оскільки існує гравітація, ось – збільшуємо швидкість на будь-яку величину, збільшуємо швидкість корабля. Якщо я тут запусну маленьку гру, розроблену дітьми, то космічний корабель розіб'ється. Але якщо я буду опиратися гравітації, ось так – ой! (*Сміх*). Ще разок. Ось так.

Гадаю, найкраще завершити мій виступ двома цитатами. Маршал МакЛюен сказав: "Діти – це послання, які ми надсилаємо у майбутнє". Але насправді, якщо подумати, діти – це саме майбутнє, яке ми відправляємо у майбутнє. Забуде-

мо про послання. Діти – це і є майбутнє. І дітям у країнах першого і другого світу, а особливо в країнах третього світу, потрібні наставники. Цього літа ми випустимо 5 мільйонів ось таких 100-доларових ноутів, і, можливо, 50 мільйонів наступного року. Але ми аж ніяк не створимо 1 000 нових учителів цього літа. Тобто ми знову стикнулися із ситуацією, коли в нас є технології, але супроводу, який є необхідним, від простої нової системи миттєвих повідомлень iChat до чогось більш фундаментального, немає. Я вважаю, що для цього необхідний новий інтерфейс. І такий новий інтерфейс може бути розроблений, що коштуватиме близько 100 мільйонів доларів. Звучить дорого, але це та сума, яку ми за 18 хвилин витрачаємо на Ірак. Ми щомісяця витрачаємо 8 мільярдів доларів. 18 хвилин – це 100 мільйонів доларів. Тому насправді це дешево. Ейнштейн казав: "Речі повинні бути якомога простішими, але аж ніяк не ще простішими". Дякую!



ХАРАЛЬД ХААС: БЕЗДРОВОТА ІНФОРМАЦІЯ З КОЖНОЇ ЛАМПОЧКИ

http://www.ted.com/talks/lang/en/harald_haas_wireless_data_from_every_light_bulb.html

Хаас Харальд / Harald Haas

Винахідник нового типу лампочки, яку, крім традиційних потреб, можна використовувати замість радіохвиль для передачі даних в Інтернеті. Автор понад 160 публікацій, 18 зареєстрованих патентів. Кілька років працював проєкт-менеджером концерну Siemens. Співпрацює з Міжнародним Університетом, Університетом Якобса міста Бремен (Німеччина). Професор інженерної справи в Единбурзькому університеті (Велика Британія). Його наукові інтереси зосереджені на оптичному та радіочастотному бездротовому і стільниковому зв'язку.

Хаас вивчає способи передачі сигналів електронних даних, проектування методів модуляції, компактифікації даних у мережах. Але його останнє дослідження виходить за рамки дротових та бездротових технологій і стосується передачі даних через світлодіодні лампи.

Чи знаєте ви, що у нас є 1.4 мільйона стільникових радіощогл, розгорнутих в усьому світі? І це базові станції. У нас також є більше ніж п'ять мільярдів мобільних телефонів. І за допомогою цих мобільних телефонів ми передаємо більше ніж 600 терабайт даних кожен місяць. Це 6 із 14-ма нулями – дуже велике число. І бездротові комунікації стали такою ж потребою, як електрика або вода. Ми ви-

користуємо їх кожен день у нашому повсякденному житті. І нас навіть інколи просять, дуже ввічливо, вимкнути мобільний телефон на подібних заходах із поваги. Саме тому я вирішив подивитися на проблеми цієї технології, оскільки вона має важливе значення для нашого життя.

І одна з проблем – це ємність. Ми передаємо бездротові дані, використовуючи

електромагнітні хвилі, зокрема, радіохвилі. І радіохвилі обмежені. Вони рідкісні, вони дорогі, і у нас є тільки певні діапазони. І через це обмеження вони не справляються з потребою у передачі даних і з кількістю байтів, обсягами даних, які передаються кожен місяць. У них закінчується спектр. Є й інша проблема. Це ефективність. 1.4 мільйона стільникових щогл або базових станцій споживають дуже багато енергії. І зауважте, велика частина енергії не використовується для передачі радіохвиль, вона йде на охолодження цих базових станцій. Ефективність таких станцій всього близько п'яти відсотків. Є ще одна проблема, про яку ви всі знаєте. Ви повинні вимикати свій мобільний телефон під час польотів. У лікарнях – це питання безпеки. А безпека – це ще одна проблема. Ці радіохвилі проникають крізь стіни. Вони можуть бути перехоплені, і хтось може скористатися вашою мережею з поганими намірами.

Отже, є чотири основні проблеми. Але, з іншого боку,

у нас є 14 000 000 000 ламп. Світло.

А світло – це частина електромагнітного спектра. Отже, погляньмо на це в контексті всього електромагнітного спектра, де у нас є гамма-промені. Вам не варто наближатися до гамма-променів, це може бути небезпечно. Рентгенівське випромінювання корисне для медичної діагностики у лікарні. І ультрафіолетове випромінювання. Воно добре для засмаги, але в інших випадках небезпечно для людського тіла. Інфрачервоне – через небезпеку для очей ви можете використовувати його тільки з невисокою потужністю. І далі радіохвилі, використання яких супроводжується проблемами, про які я згадував. А всередині у нас є видиме випромінювання.

Це світло, і світло існує мільйони років. І, фактично, воно створило нас, створило життя, створило все живе. Воно за своєю суттю безпечно у використанні. І було б добре використовувати його для бездротових комунікацій.

Це не все, я порівняв його з усім спектром. Я порівняв спектр радіохвиль – його розмір з розміром видимої області спектра. І знаєте що? У нас є в 10 000 разів більше від цього спектра, придатного для нашого використання. Але у нас є не тільки величезна частина спектра, давайте порівняємо його з числом, про яке я говорив. Ми маємо 1.4 мільйона дорогих в установці, неефективних стільникових базових станцій. Помножте це на 10 000, і в підсумку одержите 14 мільярдів.

14 000 000 000 – це кількість уже встановлених лампочок. Так що у нас є інфраструктура. Подивіться на стелю, і ви побачите всі ці лампи. Спустіться на перший поверх, і побачите ці лампи.

Можемо ми їх використовувати для комунікацій? Так. Що нам необхідно зробити? Лише одну річ – замінити ці неефективні лампи розжарювання, флуоресцентне освітлення, новою технологією LED, світлодіодними лампами. Світлодіод – це напівпровідник. Електронний пристрій. І у нього є дуже хороша властивість. Його інтенсивність можна модулювати на дуже високих швидкостях і його можна відключати з дуже високою швидкістю. І це фундаментальна властивість. Давайте подивимося на "найближчого сусіда" видимого випромінювання – пульти дистанційного управління. Ви знаєте, що в цих пультах є інфрачервоний світлодіод – зазвичай ви вмикаєте світлодіод, а якщо відпускаєте, він вимикається. Це створює простий, повільний потік даних на швидкості 10 000 біт на секунду, 20 000 біт на секунду. Не годиться для відео з YouTube.

Ми розробили технологію, з якою можемо замінити пульт управління нашою лампою. Ми передаємо з нашою технологією не один потік даних, а тисячі потоків інформації паралельно і навіть на великих швидкостях. І технологія, яку ми розробили, називається SIM OFDM. Це просторова модуляція – це тільки технічні терміни, я не буду вдаватися в подробиці – але це те, як ми дозволили джерелу світла передавати дані.

Ви скажете: "Це чудово – слайди зроблені за 10 хвилин". Але не тільки це. Ми також розробили демонстратор. І я вперше показую публічно демонстратор видимого світла. У нас тут є звичайний настільний світильник. Ми встановили світлодіодну лампу вартістю 3 долари, встановили нашу технологію передачі сигналу. І ще тут є невеликий отвір. І світло йде через цей отвір. Тут приймач. Цей приймач буде перетворювати невеликі, тонкі зміни амплітуди, які створюються тут, на електричний сигнал. І цей сигнал перетворюється на високошвидкісний потік даних. У майбутньому ми сподіваємося, що зможемо інтегрувати цей невеликий отвір у ці смартфони. І не тільки інтегрувати фотодатчик, але, можливо, використовувати вбудовану камеру.

Отже, що станеться, коли я ввімкну світло? Як ви й очікували, це світло від настільної лампи. Покладіть книгу під нього, і зможете читати. Воно висвітлює простір. Але одночасно ви бачите відтворення цього відео. Це відео, відео в HD, яке передається через цю лампу. Ви критичні. Ви думаєте: "Ха, ха, ха. Цей розумник виконує тут невеликі трюки."

Але дозвольте мені зробити це.

(Оплески)

Ще раз. Все ще не вірите? Це світло, що передає відео високої чіткості в розділеному потоці. І якщо ви подивитесь на світло, воно горить так, як ви і чекаєте. Ви не помітите за допомогою людського ока. Ви не помітите ці тонкі зміни в амплітуді, які ми відображаємо цією лампою. Вона слугує меті висвітлення, але водночас ми можемо передавати інформацію. І, як ви можете бачити, навіть світло зверху падає сюди на приймач. Він може ігнорувати це постійне світло, тому що все, що "цікавить" приймач, – це невеликі зміни. У вас також є критичне питання. Ви скажете: "Добре, я повинен тримати світло ввімкненим весь час, щоб це працювало?" Так. Але ви можете приглушити світло до такого рівня, що його майже не видно. І ви все ще зможете передавати дані.

Отже, я говорив про чотири завдання. Ємність: в 10 000 разів більша від спектра, у 10 000 разів більша від ламп, уже встановлених в інфраструктуру. Ви погодитесь зі мною, сподіваюся, що немає більше проблеми ємності. Ефективність: дані через освітлення – насамперед пристрій для освітлення. Якщо ви оплачуєте електроенергію, передача даних буде безкоштовною – висока енергетична ефективність. Я не згадував про високу енергетичну ефективність цих світлодіодних ламп. Якби вони були встановлені по всьому світу, то ви б врятували сотні електростанцій. Це точно.

Я згадував також про доступність. Ви погодитесь зі мною, що в лікарнях є світло. Вам потрібно бачити, що робити. У вас є світло в літаках. Тобто світло є скрізь. Озирніться. Скрізь. Подивіться на свій смартфон. У нього є спалах, світлодіодний спалах. Це потенційні джерела високошвидкісної передачі даних.

І безпека. Ви погодитесь зі мною, що світло не поширюється крізь стіни. Так що ніхто, якщо у мене є тут світло, якщо у мене важлива інформація, ніхто з іншого боку цієї кімнати через стіну не зможе прочитати цю інформацію. І дані є тільки там, куди падає світло. Якщо не хочу, щоб цей приймач отримував дані, я можу повернути лампу.

Для мене застосування цього, на мій погляд, тепер за межами уяви. Але я можу дати вам кілька прикладів. Ви можете побачити вплив уже зараз. Це підводний дистанційно керований апарат. У ньому використовуються лампи, щоб висвітлювати простір. А це світло може бути використане для бездротової передачі даних, що зазвичай ці апарати і роблять, щоб спілкуватися один з одним.

На іскробезпечних виробництвах, як

на цьому нафтохімічному заводі, ви не можете використовувати радіочастоти – вони здатні створити іскри в антенах, але можна використовувати світло – ви бачите тут багато світла. У лікарнях для нових медичних інструментів; на вулицях для регулювання транспорту. У машин є світлодіодні фари, світлодіодні ліхтарі, машини можуть спілкуватися одна з одною і запобігати аваріям за допомогою обміну інформацією. Світлофори можуть з'єднуватися з автомобілями тощо. А ще є мільйони вуличних ліхтарів по всьому світу. І кожна лампа може бути безкоштовною точкою доступу.

Ми називаємо це Li-Fi: light-fidelity (за аналогією з Wi-Fi).

І є також салони літаків. У салонах літаків є сотні ламп, кожна з яких могла б бути потенційним передавачем даних. Так що ви можете насолоджуватися своєю улюбленою TED-відео під час довгого перельоту додому. Життя online.

Усе, що нам потрібно зробити, це встановити невеликий мікрочіп у кожен пристрій освітлення. І тоді воно може комбінувати дві базові функції: освітлення і бездротова передача даних.

І цей симбіоз, у який я особисто вірю, міг би вирішити чотири основні проблеми бездротових комунікацій у наші дні. А в майбутньому ви б мали не тільки 14 000 000 000 ламп, а можливо, і 14 000 000 000 точок Li-Fi по всьому світу – для чистого, зеленого і яскравого майбутнього.

Дякую. *(Оплески)*