

Лекция 7

Персональные сети беспроводного доступа

- Наибольшее распространение получила технология беспроводной передачи данных по радиоканалу - группа стандартов IEEE 802.15.1 - Bluetooth. 2,4-2,483 ГГц.
- Связь Bluetooth применяется, прежде всего, для передачи информации между различными портативными устройствами. Производители сотовых телефонов, ПЭВМ, карманных компьютеров стали встраивать радиостанции *Bluetooth* в свои изделия.
- Технология Bluetooth обеспечивает скорость передачи информации до 723 кбит/с (версия 1.2) или до 2,1 Мбит/с (версия 2.0) в радиусе от 10 до 100 м. (офисные).
- В РФ разрешено приобретение и использование без разрешения ФАС радиостанций *Bluetooth* мощностью излучения не более 2,5 мВт.

Основные параметры Bluetooth

- Пикосети технологии **802.15.1** содержат АС-мастер и от 1 до 7 АС - помощников. Могут быть комбинированные АС для связи с соседними пикосетами.
- Используется псевдослучайная перестройка частоты
- Количество частотных каналов 79 шириной 1 МГц.
- Скорость изменения частоты – 1600 раз в секунду.
- **Стандарт 802.15.4** Используется один канал в полосе 868-868,6 МГц, десять каналов в полосе 902-928 МГц, 16 каналов в полосе 2,4-2,4835 ГГц.
- Скорости передачи 250, 20 и 40 кбит/с соответственно
- При средней мощности излучения 1 мВт радиус действия 10-20 м.

Bluetooth

Уровень (по модели OSI): Физический

Создан в: 1994 г.

Назначение протокола: Беспроводная связь между устройствами на расстоянии до 100 метров (класс I)

Спецификация: IEEE 802.15.1

Разработчик: Bluetooth SIG

Bluetooth или **блютуф** (*Wireless personal area network, WPAN*). Bluetooth обеспечивает обмен информацией между такими устройствами как персональные компьютеры (настольные, карманные, ноутбуки), мобильные телефоны, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры на надёжной, бесплатной, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи. Bluetooth позволяет этим устройствам общаться, когда они находятся в радиусе до 100 метров друг от друга (дальность сильно зависит от преград и помех), даже в разных помещениях.

Название и логотип

Слово Bluetooth — перевод на английский язык датского слова «Blåtand» («Синезубый»). Так прозвали когда-то короля викингов Харальда I Синезубого, жившего в Дании около тысячи лет назад. Прозвище это король получил за темный передний зуб. Харальд I правил в X веке Данией и частью Норвегии и объединил враждовавшие датские племена в единое королевство. Подразумевается, что Bluetooth делает то же самое с протоколами связи, объединяя их в один универсальный стандарт. Хотя «blå» в современных скандинавских языках означает «синий», во времена викингов оно также могло означать «чёрного цвета». Таким образом, исторически правильно было бы перевести датское *Harald Blåtand* скорее как *Harald Blacktooth*, чем как *Harald Bluetooth*.

Логотип Bluetooth является сочетанием двух нордических («скандинавских») рун: «хаглаз» (Hagall) — аналог латинской H и «беркана» (Berkanan) — латинская B. Логотип похож на более старый логотип для Beauknit Textiles, подразделения корпорации Beauknit. В нём используется слияние отраженной K и B для «Beauknit», он шире и имеет скругленные углы, но в общем он такой же.

История создания и развития

Работы по созданию Bluetooth начал производитель телекоммуникационного оборудования Ericsson в 1994 году как беспроводную альтернативу кабелям RS-232. Первоначально эта технология была приспособлена под потребности системы FLYWAY в функциональном интерфейсе между путешественниками и системой.

Спецификация Bluetooth была разработана группой Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG), которая была основана в 1998 году. В неё вошли компании Ericsson, IBM, Intel, Toshiba и Nokia. Впоследствии Bluetooth SIG и IEEE достигли соглашения, на основе которого спецификация Bluetooth стала частью стандарта IEEE 802.15.1 (дата опубликования — 14 июня 2002 года).

Класс	Максимальная мощность, мВт	Максимальная мощность, дБм	Радиус действия, м
1	100	20	100
2	2,5	4	10
3	1	0	1

Компания AIRcable выпустила Bluetooth-адаптер Host XR с радиусом действия около 30 км.

Принцип действия Bluetooth

Принцип действия основан на использовании радиоволн. Радиосвязь Bluetooth осуществляется в ISM-диапазоне (англ. *Industry, Science and Medicine*), который используется в различных бытовых приборах и беспроводных сетях (свободный от лицензирования диапазон 2,4-2,4835 ГГц). В Bluetooth применяется метод расширения спектра со скачкообразной

перестройкой частоты (англ. *Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS*). Метод FHSS прост в реализации, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам, а оборудование недорого.

Согласно алгоритму FHSS, в Bluetooth несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в секунду (всего выделяется 79 рабочих частот шириной в 1 МГц, а в Японии, Франции и Испании полоса уже — 23 частотных канала). Последовательность переключения между частотами для каждого соединения является псевдослучайной и известна только передатчику и приёмнику, которые каждые 625 мкс (один временной слот) синхронно перестраиваются с одной несущей частоты на другую. Таким образом, если рядом работают несколько пар приёмник-передатчик, то они не мешают друг другу. Этот алгоритм является также составной частью системы защиты конфиденциальности передаваемой информации: переход происходит по псевдослучайному алгоритму и определяется отдельно для каждого соединения. При передаче цифровых данных и аудиосигнала (64 кбит/с в обоих направлениях) используются различные схемы кодирования: аудиосигнал не повторяется (как правило), а цифровые данные в случае утери пакета информации будут переданы повторно.

Протокол Bluetooth поддерживает не только соединение «point-to-point», но и соединение «point-to-multipoint».

Спецификации

Bluetooth 1.0

Устройства версий 1.0 (1998) и 1.0B имели плохую совместимость между продуктами различных производителей. В 1.0 и 1.0B была обязательной передача адреса устройства (BD_ADDR) на этапе установления связи, что делало невозможной реализацию анонимности соединения на протокольном уровне и было основным недостатком данной спецификации.

Bluetooth 1.1

В Bluetooth 1.1 было исправлено множество ошибок, найденных в 1.0B, добавлена поддержка для нешифрованных каналов, индикация уровня мощности принимаемого сигнала (RSSI).

Bluetooth 1.2

В версии 1.2 была добавлена технология адаптивной перестройки рабочей частоты (AFH), что улучшило сопротивляемость к электромагнитной интерференции (помехам) путём использования разнесённых частот в последовательности перестройки. Также увеличилась скорость передачи и добавилась технология eSCO, которая улучшала качество передачи голоса путём повторения повреждённых пакетов. В HCI добавилась поддержка трёхпроводного интерфейса UART.

Главные улучшения включают следующее:

- Быстрое подключение и обнаружение.
- Адаптивная перестройка частоты с расширенным спектром (AFH), которая повышает стойкость к радиопомехам.
- Более высокие, чем в 1.1, скорости передачи данных, практически до 1 Мбит/с.

- Расширенные Синхронные Подключения (eSCO), которые улучшают качество передачи голоса в аудиопотоке, позволяя повторную передачу повреждённых пакетов, и при необходимости могут увеличить задержку аудио, чтобы оказать лучшую поддержку для параллельной передачи данных.

- В Host Controller Interface (HCI) добавлена поддержка трёхпроводного интерфейса UART.

- Утверждён как стандарт IEEE Standard 802.15.1-2005.

- Введены режимы управления потоком данных (Flow Control) и повторной передачи (Retransmission Modes) для L2CAP.

Bluetooth 2.0 + EDR

Bluetooth версии 2.0 был выпущен 10 ноября 2004 г. Имеет обратную совместимость с предыдущими версиями 1.x. Основным нововведением стала поддержка Enhanced Data Rate (EDR) для ускорения передачи данных. Номинальная скорость EDR около 3 Мбит/с, однако на практике это позволило повысить скорость передачи данных только до 2,1 Мбит/с. Дополнительная производительность достигается с помощью различных радиотехнологий для передачи данных.

Стандартная (базовая) скорость передачи данных использует GFSK-модуляцию радиосигнала при скорости передачи в 1 Мбит/с. EDR использует сочетание модуляций GFSK и PSK с двумя вариантами, $\pi/4$ -DQPSK и 8DPSK. Они имеют большие скорости передачи данных по воздуху — 2 и 3 Мбит/с соответственно.

Bluetooth SIG издала спецификацию как «Технология Bluetooth 2.0 + EDR», которая подразумевает, что EDR является дополнительной функцией. Кроме EDR, есть и другие незначительные усовершенствования к 2.0 спецификации, и продукты могут соответствовать «Технологии Bluetooth 2.0», не поддерживая более высокую скорость передачи данных. По крайней мере одно коммерческое устройство, HTC TyTN Pocket PC, использует «Bluetooth 2.0 без EDR» в своих технических спецификациях^[13].

Согласно 2.0 + EDR спецификации, EDR обеспечивает следующие преимущества:

- Увеличение скорости передачи в 3 раза (2,1 Мбит/с) в некоторых случаях.

- Уменьшение сложности нескольких одновременных подключений из-за дополнительной полосы пропускания.

- Более низкое потребление энергии благодаря уменьшению нагрузки.

Bluetooth 2.1

2007 год. Добавлена технология расширенного запроса характеристик устройства (для дополнительной фильтрации списка при сопряжении), энергосберегающая технология Sniff Subrating, которая позволяет увеличить продолжительность работы устройства от одного заряда аккумулятора в 3—10 раз. Кроме того обновлённая спецификация существенно упрощает и ускоряет установление связи между двумя устройствами, позволяет

производить обновление ключа шифрования без разрыва соединения, а также делает указанные соединения более защищёнными, благодаря использованию технологии Near Field Communication.

Bluetooth 2.1 + EDR

В августе 2008 года Bluetooth SIG представил версию 2.1+EDR. Новая редакция Bluetooth снижает потребление энергии в 5 раз, повышает уровень защиты данных и облегчает распознавание и соединение Bluetooth-устройств благодаря уменьшению количества шагов, за которые оно выполняется.

Bluetooth 3.0 + HS

3.0+HS была принята Bluetooth SIG 21 апреля 2009 года. Она поддерживает теоретическую скорость передачи данных до 24 Мбит/с. Её основной особенностью является добавление AMP (Alternate MAC/PHY), дополнение к 802.11 как высокоскоростное сообщение. Для AMP были предусмотрены две технологии: 802.11 и UWB, но UWB отсутствует в спецификации.

Модули с поддержкой новой спецификации соединяют в себе две радиосистемы: первая обеспечивает передачу данных в 3 Мбит/с (стандартная для Bluetooth 2.0) и имеет низкое энергопотребление; вторая совместима со стандартом 802.11 и обеспечивает возможность передачи данных со скоростью до 24 Мбит/с (сравнима со скоростью сетей Wi-Fi). Выбор радиосистемы для передачи данных зависит от размера передаваемого файла. Небольшие файлы передаются по медленному каналу, а большие — по высокоскоростному. Bluetooth 3.0 использует более общий стандарт 802.11 (без суффикса), то есть не совместим с такими спецификациями Wi-Fi, как 802.11b/g или 802.11n.

Bluetooth 4.0

См. также: Bluetooth с низким энергопотреблением

Bluetooth SIG утвердил спецификацию Bluetooth 4.0 30 июня 2010 года. Bluetooth 4.0 включает в себя протоколы Классический Bluetooth, Высокоскоростной Bluetooth и Bluetooth с низким энергопотреблением. Высокоскоростной Bluetooth основан на Wi-Fi, а Классический Bluetooth состоит из протоколов предыдущих спецификаций Bluetooth.

Протокол Bluetooth с низким энергопотреблением предназначен, прежде всего, для миниатюрных электронных датчиков (использующихся в спортивной обуви, тренажёрах, миниатюрных сенсорах, размещаемых на теле пациентов и т. д.). Низкое энергопотребление достигается за счёт использования особого алгоритма работы. Передатчик включается только на время отправки данных, что обеспечивает возможность работы от одной батарейки типа CR2032 в течение нескольких лет. Стандарт предоставляет скорость передачи данных в 1 Мбит/с при размере пакета данных 8—27 байт. В новой версии два Bluetooth-устройства смогут устанавливать соединение менее чем за 5 миллисекунд и поддерживать его на расстоянии до 100 м. Для этого используется усовершенствованная коррекция ошибок, а необходимый уровень безопасности обеспечивает 128-битное AES-шифрование.

Датчики температуры, давления, влажности, скорости передвижения и т. д. на базе этого стандарта могут передавать информацию на различные устройства контроля: мобильные телефоны, КПК, ПК и т. п.

Первый чип с поддержкой Bluetooth 3.0 и Bluetooth 4.0 был выпущен компанией ST-Ericsson в конце 2009 года. В настоящее время выпускается большое количество мобильных устройств с поддержкой этого стандарта.

Bluetooth 4.1

В конце 2013 года Bluetooth Special Interest Group (SIG) представила спецификацию Bluetooth 4.1. Одно из улучшений, реализованных в спецификации Bluetooth 4.1, касается совместной работы Bluetooth и мобильной связи четвертого поколения LTE. Стандарт предусматривает защиту от взаимных помех путём автоматического координирования передачи пакетов данных.

Стек протоколов Bluetooth

Bluetooth имеет многоуровневую архитектуру, состоящую из основного протокола, протоколов замены кабеля, протоколов управления телефонией и заимствованных протоколов. Обязательными протоколами для всех стеков Bluetooth являются: LMP, L2CAP и SDP. Кроме того, устройства, связывающиеся с Bluetooth обычно используют протоколы HCI и RFCOMM.

LMP Link Management Protocol — используется для установления и управления радиосоединением между двумя устройствами. Реализуется контроллером Bluetooth.

HCI Host/controller interface — определяет связь между стеком хоста (т.е. компьютера или мобильного устройства) и контроллером Bluetooth.

AVRCP A/V Remote Control Profile — обычно используется в автомобильных навигационных системах для управления звуковым потоком через Bluetooth.

L2CAP Logical Link Control and Adaptation Protocol — используется для мультиплексирования локальных соединений между двумя устройствами, использующими различные протоколы более высокого уровня. Позволяет фрагментировать и пересобирать пакеты.

SDP Service Discovery Protocol — позволяет обнаруживать услуги, предоставляемые другими устройствами, и определять их параметры.

RFCOMM Radio Frequency Communications — протокол замены кабеля, создаёт виртуальный последовательный поток данных и эмулирует управляющие сигналы RS-232.

BNEP Bluetooth Network Encapsulation Protocol — используется для передачи данных из других стеков протоколов через канал L2CAP. Применяется для передачи IP-пакетов в профиле Personal Area Networking.

AVCTP Audio/Video Control Transport Protocol — используется в профиле Audio / Video Remote Control для передачи команд по каналу L2CAP.

AVDTP Audio/Video Distribution Transport Protocol — используется в профиле Advanced Audio Distribution для передачи стереозвука по каналу L2CAP.

TCS Telephony Control Protocol – Binary — протокол, определяющий сигналы управления вызовом для установления голосовых соединений и соединений для передачи данных между устройствами Bluetooth. Используется только в профиле Cordless Telephony.

Заимствованные протоколы включают в себя: Point-to-Point Protocol (PPP), TCP/IP, UDP, Object Exchange Protocol (OBEX), Wireless Application Environment (WAE), Wireless Application Protocol (WAP).

Профили Bluetooth

Профиль — набор функций или возможностей, доступных для определённого устройства Bluetooth. Для совместной работы Bluetooth-устройств необходимо, чтобы все они поддерживали общий профиль.

Нижеуказанные профили определены и одобрены группой разработки Bluetooth SIG:

- **Advanced Audio Distribution Profile (A2DP)** — разработан для передачи двухканального стерео аудиопотока, например, музыки, к беспроводной гарнитуре или любому другому устройству. Профиль полностью поддерживает низкокомпрессированный кодек Sub_Band_Codec (SBC) и опционально поддерживает MPEG-1,2 аудио, MPEG-2,4 AAC и ATRAC, способен поддерживать кодеки, определённые производителем.

- **Audio / Video Remote Control Profile (AVRCP)** — разработан для управления стандартными функциями телевизоров, Hi-Fi оборудования и прочего. То есть позволяет создавать устройства с функциями дистанционного управления. Может использоваться в связке с профилями A2DP или VDPT.

- **Basic Imaging Profile (BIP)** — разработан для пересылки изображений между устройствами и включает возможность изменения размера изображения и конвертирование в поддерживаемый формат принимающего устройства.

- **Basic Printing Profile (BPP)** — позволяет пересылать текст, сообщения электронной почты, vCard и другие элементы на принтер. Профиль не требует от принтера специфических драйверов, что выгодно отличает его от HCRP.

- **Common ISDN Access Profile (CIP)** — для доступа устройств к ISDN.

- **Cordless Telephony Profile (CTP)** — профиль беспроводной телефонии.

- **Device ID Profile (DIP)** — позволяет идентифицировать класс устройства, производителя, версию продукта.

- **Dial-up Networking Profile (DUN)** — протокол предоставляет стандартный доступ к Интернету или другому телефонному сервису через Bluetooth. Базируется на SPP, включает в себя команды PPP и AT, определённые в спецификации ETSI 07.07.

- **Fax Profile (FAX)** — предоставляет интерфейс между мобильным или стационарным телефоном и ПК на котором установлено

программное обеспечение для факсов. Поддерживает набор АТ-команд в стиле ITU T.31 и/или ITU T.32. Голосовой звонок или передача данных профилем не поддерживается.

- *File Transfer Profile* (FTP_profile) — обеспечивает доступ к файловой системе устройства. Включает стандартный набор команд FTP, позволяющий получать список директорий, изменения директорий, получать, передавать и удалять файлы. В качестве транспорта используется OBEX, базируется на GOEP.

- *General Audio / Video Distribution Profile* (GAVDP) — база для A2DP и VDP.

- *Generic Access Profile* (GAP) — база для всех остальных профилей.

- *Generic Object Exchange Profile* (GOEP) — база для других профилей передачи данных, базируется на OBEX.

- *Hard Copy Cable Replacement Profile* (HCRP) — предоставляет простую альтернативу кабельного соединения между устройством и принтером. Минус профиля в том, что для принтера необходимы специфичные драйвера, что делает профиль неуниверсальным.

- *Hands-Free Profile* (HFP) — используется для соединения беспроводной гарнитуры и телефона, передаёт монозвук в одном канале.

- *Human Interface Device Profile* (HID) — обеспечивает поддержку устройств с HID (Human Interface Device), таких как мышки, джойстики, клавиатуры и проч. Использует медленный канал, работает на пониженной мощности.

- *Headset Profile* (HSP) — используется для соединения беспроводной гарнитуры (Headset) и телефона. Поддерживает минимальный набор АТ-команд спецификации GSM 07.07 для обеспечения возможности совершать звонки, отвечать на звонки, завершать звонок, настраивать громкость. Через профиль Headset, при наличии Bluetooth 1.2 и выше, можно выводить на гарнитуру всё звуковое сопровождение работы телефона. Например, прослушивать на гарнитуре все сигналы подтверждения операций, mp3-музыку из плеера, мелодии звонка, звуковой ряд видеороликов. Гарнитуры, поддерживающие такой профиль имеют возможность передачи стереозвука, в отличие от моделей, которые поддерживают только профиль Hands-Free.

- *Intercom Profile* (ICP) — обеспечивает голосовые звонки между Bluetooth-совместимыми устройствами.

- *LAN Access Profile* (LAP) — обеспечивает доступ Bluetooth-устройствам к вычислительным сетям LAN, WAN или Интернет посредством другого Bluetooth-устройства, которое имеет физическое подключение к этим сетям. Bluetooth-устройство использует PPP поверх RFCOMM для установки соединения. LAP также допускает создание ad-hoc Bluetooth-сетей.

- *Object Push Profile* (OPP) — базовый профиль для пересылки «объектов», таких как изображения, виртуальные визитные карточки и др. Передачу данных инициирует отправляющее устройство (клиент), а не приёмное (сервер).

- *Personal Area Networking Profile* (PAN) — позволяет использовать протокол Bluetooth Network Encapsulation в качестве транспорта через Bluetooth-соединение.

- *Phone Book Access Profile* (PBAP) — позволяет обмениваться записями телефонных книг между устройствами.

- *Serial Port Profile* (SPP) — базируется на спецификации ETSI TS07.10 и использует протокол RFCOMM. Профиль эмулирует последовательный порт, предоставляя возможность замены стандартного RS-232 беспроводным соединением. Является базовым для профилей DUN, FAX, HSP и AVRCP.

- *Service Discovery Application Profile* (SDAP) — используется для предоставления информации о профилях, которые использует устройство-сервер.

- *SIM Access Profile* (SAP, SIM) — позволяет получить доступ к SIM-карте телефона, что позволяет использовать одну SIM-карту для нескольких устройств.

- *Synchronisation Profile* (SYNCH) — позволяет синхронизировать персональные данные (PIM). Профиль заимствован из спецификации инфракрасной связи и адаптирован группой Bluetooth SIG.

- *Video Distribution Profile* (VDP) — позволяет передавать потоковое видео. Поддерживает H.263, стандарты MPEG-4 Visual Simple Profile, H.263 profiles 3, profile 8 поддерживаются опционально и не содержатся в спецификации.

- *Wireless Application Protocol Bearer* (WAPB) — протокол для организации P-to-P (Point-to-Point) соединения через Bluetooth.

Безопасность

В июне 2006 года Авишай Вул и Янив Шакед опубликовали статью, содержащую подробное описание атаки на bluetooth-устройства. Материал содержал описание как активной, так и пассивной атаки, позволяющей заполучить PIN-код устройства и в дальнейшем осуществить соединение с данным устройством. Пассивная атака позволяет соответствующе экипированному злоумышленнику «подслушать» (sniffing) процесс инициализации соединения и в дальнейшем использовать полученные в результате прослушки и анализа данные для установления соединения (spoofing). Естественно, для проведения данной атаки злоумышленнику нужно находиться в непосредственной близости и непосредственно в момент установления связи. Это не всегда возможно. Поэтому родилась идея активной атаки. Была обнаружена возможность отправки особого сообщения в определённый момент, позволяющего начать процесс инициализации с устройством злоумышленника. Обе процедуры взлома достаточно сложны и включают несколько этапов, основной из которых — сбор пакетов данных и

их анализ. Сами атаки основаны на уязвимостях в механизме аутентификации и создания ключа-шифра между двумя устройствами.

Инициализация bluetooth-соединения

Инициализацией bluetooth-соединения принято называть процесс установки связи. Её можно разделить на три этапа:

- Генерация ключа **Kinit**
- Генерация ключа связи (он носит название link key и обозначается, как **Kab**)
- Аутентификация

Первые два пункта входят в так называемую процедуру паринга.

Паринг (pairing), или сопряжение — процесс связи двух (или более) устройств с целью создания единой секретной величины **Kinit**, которую они будут в дальнейшем использовать при общении. В некоторых переводах официальных документов по bluetooth можно также встретить термин «подгонка пары». Перед началом процедуры сопряжения на обеих сторонах необходимо ввести PIN-код.

Kinit формируется по алгоритму E22, который оперирует следующими величинами:

- **BD_ADDR** — уникальный MAC-адрес BT-устройства длиной 48 бит;
- **PIN**-код и его длина;
- **IN_RAND** — случайная 128-битная величина.

Для создания ключа связи **Kab** устройства обмениваются 128-битными словами **LK_RAND(A)** и **LK_RAND(B)**, генерируемыми случайным образом. Далее следует побитовый XOR с ключом инициализации **Kinit**. И снова обмен полученным значением. Затем следует вычисление ключа по алгоритму E21.

Для этого необходимы величины:

- **BD_ADDR**
- 128-битный **LK_RAND** (каждое устройство хранит своё и полученное от другого устройства значения)

На данном этапе pairing заканчивается и начинается последний этап инициализации bluetooth — Mutual authentication, или взаимная аутентификация. Основана она на схеме «запрос-ответ». Одно из устройств становится верификатором, генерирует случайную величину **AU_RAND(A)** и посылает его соседнему устройству (в открытом виде), называемому предъявителем. Как только предъявитель получает это «слово», начинается вычисление величины **SRES** по алгоритму E1, и она отправляется верификатору. Соседнее устройство производит аналогичные вычисления и проверяет ответ предъявителя. Если **SRES** совпали, то устройства меняются ролями процесс повторяется заново.

E1-алгоритм оперирует такими величинами:

- Случайно созданное **AU_RAND**
- link key **Kab**
- Свой собственный **BD_ADDR**

Атака на сопряжение

Если злоумышленнику удалось прослушать эфир и во время процедуры сопряжения он перехватил и сохранил все сообщения, то далее найти PIN можно используя перебор.

Первым, кто заметил эту уязвимость, был англичанин Олли Вайтхауз (Ollie Whitehouse) в апреле 2004 года. Он первым предложил перехватить сообщения во время сопряжения и попытаться вычислить PIN методом перебора, используя полученную информацию. Тем не менее, метод имеет один существенный недостаток: атаку возможно провести только в случае, если удалось подслушать все аутентификационные данные. Другими словами, если злоумышленник находился вне эфира во время начала сопряжения или же упустил какую-то величину, то он не имеет возможности продолжить атаку.

Атака на пересопряжение

Вулу и Шакеду удалось найти решение трудностей, связанных с атакой Вайтхауза. Был разработан второй тип атаки. Если процесс сопряжения уже начат и данные упущены, провести атаку невозможно. Но если устройства уже успели связаться, сохранили ключ Каb и приступили к взаимной аутентификации, можно заставить устройства заново инициировать процесс сопряжения чтобы провести вышеописанную атаку на сопряжение.

Данная атака требует отправки нужных сообщений в нужный момент времени. Стандартные устройства, доступные в продаже, не подойдут для этих целей.

Используя любой из этих методов, злоумышленник может приступить к базовой атаке на сопряжение. Таким образом, имея в арсенале эти две атаки, злоумышленник может беспрепятственно похитить PIN-код. Далее имея PIN-код он сможет установить соединение с любым из этих устройств. И стоит учесть, что в большинстве устройств безопасность на уровне служб, доступных через bluetooth, не обеспечивается на должном уровне. Большинство разработчиков делает ставку именно на безопасность установления сопряжения. Поэтому последствия действий злоумышленника могут быть различными: от кражи записной книжки телефона до установления исходящего вызова с телефона жертвы и использования его как прослушивающего устройства.

Оценка времени подбора PIN-кода

В протоколе Bluetooth активно используются алгоритмы E22, E21, E1, основанные на шифре SAFER+. Брюс Шнайер подтвердил, что уязвимость относится к критическим. Подбор PIN на практике прекрасно работает. Ниже приведены результаты полученные на Pentium IV HT на 3 ГГц:

Длина (знаков)	Время (сек)
4	0,063
5	0,75
6	7,609

Конкретные реализации вышеописанных атак могут работать с различной скоростью. Способов оптимизации множество: особые настройки компилятора, различные реализации циклов, условий и арифметических операций. Авишай Вул и Янив Шакед нашли способ сократить время перебора PIN-кода в разы.

Увеличение длины PIN-кода не является панацеей. Только сопряжение устройств в безопасном месте может частично защитить от описанных атак. Пример — bluetooth-гарнитура или автомобильный handsfree. Инициализация связи (при включении) с данными устройствами может происходить многократно в течение дня, и не всегда у пользователя есть возможность находиться при этом в защищённом месте.

Применение

Радиус работы устройств BT2 не превышает 16 метров, для BT1 до 100 м (класс А). Эти числа декларируются стандартом для прямой видимости, в реальности не стоит ожидать работу на расстоянии более 10—20 м. Такого дальнего действия недостаточно для эффективного применения атак на практике. Поэтому, ещё до детальной проработки алгоритмов атаки, на Defcon-2004 публике была представлена антенна-винтовка BlueSniper, разработанная Джонном Херингтоном (John Herington). Устройство подключается к портативному устройству — ноутбуку/КПК и имеет достаточную направленность и мощность (эффективная работа до 1,5 км).

Система передачи данных при помощи света Li-Fi

Китайские исследователи из Фуданьского университета, расположенного в Шанхае, объявили об успешном тестировании технологии беспроводной передачи данных при помощи света Li-Fi.

Принцип работы Li-Fi сводится к изменению параметров свечения светодиодных ламп (LED) с очень высокой скоростью. Этим процессом управляет специальный микрочип, кодирующий таким образом информацию. Для регистрации световых пучков применяется особый фотодетектор, осуществляющий обратное преобразование данных. Для человеческого глаза световые колебания остаются незаметными.

Китайским учёным удалось добиться скорости передачи информации посредством Li-Fi до 150 Мбит/с. Это выше средней пропускной способности широкополосных соединений в КНР.

В перспективе Li-Fi может стать недорогой альтернативой беспроводным сетям Wi-Fi. Теоретически для регистрации Li-Fi-импульсов смогут применяться камеры смартфонов, планшетов, ноутбуков и других гаджетов.

Однако у Li-Fi есть очень серьёзное ограничение: передатчик и приёмник данных должны находиться в зоне прямой видимости.

Созданы первые мобильные устройства с поддержкой системы передачи данных Li-Fi

Компания Oledcomm представила публике первые прототипы мобильных устройств, которые поддерживают технологию передачи данных при помощи света Li-Fi.

Принцип работы Li-Fi сводится к изменению параметров свечения светодиодных ламп с очень высокой скоростью. Данным процессом управляет специальный микрочип, который таким образом кодирует информацию.

Для регистрации световых пучков применяется особый фотодетектор, осуществляющий преобразование колебаний световых волн в данные, при этом, для человеческого глаза такие мерцания совершенно незаметны.

На презентации Oledcomm показала смартфон и планшет. На смартфоне световой детектор располагается на месте фронтальной камеры, а в роли программной платформы на мобильном устройстве выступает операционная система Android.

Смартфон смог принять инструкции на воспроизведение сохранённых во встроенной памяти мультимедийных материалов от расположенной неподалёку светодиодной лампы. Теми же «способностями» обладает и представленный планшет.

Помимо мобильных устройств, Oledcomm представила прототип компактного Li-Fi-приёмника, подключающегося к стандартному 3,5-миллиметровому аудиоразъёму.

Комментируя использование Li-Fi, инженеры Oledcomm отмечают, что в перспективе она может стать недорогой альтернативой Wi-Fi. Пока что существует серьёзная помеха: для установления связи передатчик и приёмник данных должны находиться в зоне прямой видимости.

Li-Fi готов потягаться с Wi-Fi — мощный интернет прямо из лампочки

LED-светодиоды уже получили распространение для комнатного освещения. Теперь они открывают новый путь — для подключения мобильных устройств к Интернету с потенциалом куда более широкой полосы пропускания и быстрого времени отклика, нежели Wi-Fi. По крайней мере, на это надеются исследователи, в том числе Харальд Хаас из Университета Эдинбурга.

«Все компоненты, все механизмы уже существуют», — говорит Хаас. «Нужно просто сложить их вместе и заставить работать».

Группа Хааса вместе с учеными из университетов Кембриджа, Оксфорда, Сент-Эндрюс, и Стратклайда находится на полпути к решению проблемы спустя четыре года исследований и 5,8 млн фунтов финансирования.

Их цель — коммуникация с помощью света видимого спектра, которая будет использовать разные цвета светового потока, чтобы обеспечить

высокую пропускную способность связи на расстояния в несколько метров. Такая система, названная Li-Fi, могла бы дополнить или даже заменить в некоторых случаях традиционную передачу данных на основе Wi-Fi, говорят ученые.

На конференции IEEE Photonics в октябре исследователи продемонстрировали прогресс в развитии технологии. Команда использовала красный, зеленый и синий LED-светодиоды в качестве как эмиттеров, так и фотодиодов для обнаружения света. Они создали систему, которая может как отправлять и получать данные на скорости 110 мегабит в секунду. При передаче только в одном направлении, они достигли скорости в 155 Мбит / с.

Но Хаас говорит, что эта версия ограничена существующими светодиодами, и самим фактом использования светодиодов как передатчиков и приемников одновременно. Члены консорциума исследователей создали улучшенный светодиод, который обеспечивает скорость передачи данных около 4 гигабит в секунду, работающих на всего 5 милливаттах. С простой линзой, которая увеличивает расстояние, они могут передавать данные на 10 метров до 1,1 Гбит/с, и в ближайшее время намерены увеличить скорость до 15 Гбит/с, говорит Хаас. Wi-Fi стандарт 802.11ad для 60-гигагерцового радиодиапазона достигает лишь 7 Гбит/с.

С с помощью лавинных фотодиодов ученые улучшили ресиверы. В лавинных фотодиодах, один фотон ударяя в ресивер, производит каскад электронов, усиливая сигнал. Команда Хааса в Li-Fi R&D-центре создала первый чип приемника Li-Fi с интегрированными лавинными фотодиодами на CMOS-матрице. 49 фотодиодов расположены на 7,8 квадратных миллиметрах.

«Вы можете получить скорость передачи данных примерно как по кабелю USB», Франк Дейке из института Фраунгофера в Дрездене. «Это настоящий вызов для большинства беспроводных технологий, таких как Wi-Fi и Bluetooth». Другое преимущество, по словам Дейке, что задержка — время между тем, когда сигнал послан и получен — измеряется в случае с Wi-Fi в миллисекундах, в то время как задержки Li-Fi в 1000 раз меньше — в микросекундах. В промышленных применениях, где данные должны путешествовать между датчиками, приводами и блоками управления, низкая задержка и высокая скорость передачи данных могла бы сделать Li-Fi очень полезным.

«Мы не хотим заменить Wi-Fi», — говорит Дейке. «Это не наша цель. Но он может дополнить существующие коммуникационные технологии, в том числе Wi-Fi и Gigabit Ethernet. В настоящее время, его группа не может работать над сочетанием Li-Fi с общим освещением в помещениях, как это делает Хаас.

Дмитрис Кацианис из Афинского университета, считает, что Li-Fi может быть практически внедрен в течение ближайших пяти лет. «Li-Fi имеет важное преимущество — он работает в чувствительных к электромагнитным

взаимодействиям областях — таких как больницы, салоны самолетов и электростанции», — говорит он.

Хаас в то же время рассчитывает на гораздо больший рынок. Он ожидает, что светодиоды как источники света в прошлом — так же, как мобильник превратился из устройства связи в мобильный компьютер. «Через 25 лет, каждая лампочка в вашем доме будет иметь вычислительную мощность вашего смартфона сегодня», — считает он. «Освещение будет лишь одним из многих ее применений»

Li-Fi

Плазмовий інтернет — термін, яким називають швидко і дешево бездротову систему комунікації, що є оптичною версією Wi-Fi.

На виставці побутової електроніки CES 2012, що проходила в січні 2012 року в американській столиці розваг Лас-Вегасі, японська Casio продемонструвала незвичайний фокус: один смартфон передавав текстові повідомлення на інший за допомогою ... екрану. Це була демонстрація в дії технології бездротового зв'язку Visible Light Communication (VLC), також відомої, як **Li-Fi**. "Li-fi" - це нова технологія (аббревіатура в назві складена, за аналогією з широко відомими Hi-fi і Wi-fi, з англійських слів "light" - "світло" і "fidelity" - "точність"), що обіцяє надійний і дешевий спосіб підключення до інтернету практично з будь-якого місця за допомогою спеціальних світлодіодів.

Оптичний телеграф

Про можливість передачі даних за допомогою світла відомо давно: досить згадати оптичні телеграфи, відомі з XVII століття. Для обміну повідомленнями використовувалися високі семафорні вежі або стовпи, оснащені ліхтарями або прожекторами і відбивають дзеркалами, при цьому дальність зв'язку між двома точками досягала 65 кілометрів. Кілька ліній оптичного телеграфу існувало і в Росії навколо тодішньої столиці Петербурга аж до 1860 року, коли на зміну їм прийшов електричний телеграф.

Повернутися до цієї, здавалося б, безнадійно застарілою ідеєю, змусило, як не дивно, розвиток мікроелектроніки: сучасні випромінювачі світла, як видимого спектра, так і інфрачервоного і ультрафіолету, дозволяють передавати величезні обсяги даних - потрібно лише особливим чином закодувати сигнал і організувати масиви випромінювачів. Включена лампа може означати логічну одиницю, а вимикання - нуль. Якщо при цьому використовувати такі випромінювачі, як світлодіоди, то сам процес не буде помітний для людини, оскільки вони здатні включатися і вимикатися на найвищій швидкості. Простіше кажучи, такий передавач може служити і як звичайного світильника.

Провідним розробником цієї технології стала група вчених Единбурзького університету на чолі з німецьким професором Гаральдом Хаасом. Паралельні дослідження в галузі оптичної бездротового зв'язку

ведуться в Німеччині, США, Кореї та Японії - зокрема, компаніями Siemens, Intel і Casio. У жовтні 2011 року кілька фірм з Німеччини, Норвегії, Ізраїлю і США об'єдналися в Консорціум Li-Fi для просування перспективної технології на ринку.

Гаральд Хаас займається розробкою VLC з 2003 року: представники декількох факультетів Единбурзького університету створили проект під назвою D-Light, спонсором якого став університет, йому ж належать всі права на створювану інтелектуальну власність. Цікаво, що офіс Хааса розташований в історичній будівлі, де в 1880 році Олександр Белл вперше відправив голосове повідомлення за допомогою модульованого променя світла. Сьогодні тут же проводяться дослідження по реалізації цієї ж ідеї на принципово новому науковому рівні.

Експерименти проекту D-Light показали, що світлодіоди можна використовувати як для освітлення, так і для бездротової передачі даних. При цьому ця технологія швидше, безпечніше і дешевше будь-яких інших типів бездротового зв'язку. Крім того, вона застосовна в тих випадках, коли радіозв'язок неможливо використовувати, або де вона в принципі недоступна, наприклад, на великих глибинах під водою або в польоті.

Суть винаходу Хааса полягає в способі модулювання сигналів: інформація, закодована в промені світла від напівпровідникових світлодіодів, передається за допомогою величезного числа змін інтенсивності світіння, що відбуваються з надвисокою частотою 100 мільйонів циклів в секунду або 100 МГц. Фотоелемент фіксує ці найдрібніші зміни і перетворює їх назад в цифровий сигнал.

В ході досліджень Хаас використовував особливості системи бездротової передачі даних MIMO (Multiple Input Multiple Output - кілька входів і кілька виходів), в якій для відправлення та прийому даних застосовуються декілька рознесених між собою антен, слабо корельованих друг з іншого, що забезпечує прискорення передачі даних. Крім того, до уваги бралися можливості реалізованої в мобільних мережах 4G і супутниковому DAB-радіо цифрової схеми модуляції OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing - мультиплексування з ортогональним частотним поділом каналів).

До недоліків OFDM відноситься високе співвідношення пікової та середньої потужності, що приводить до широких коливань сигналу. Однак Хаас зробив з цього недоліку перевагу - в умовах оптичної схеми передачі даних ці коливання дозволили підвищити потужність. Це означає можливість паралельної відправки потоків інформації на швидкості, обмеженою виключно числом використовуваних світлодіодів. Таку схему модуляції Хаас назвав просторовою OFDM-модуляцією або SIM-OFDM. "Ми використовували три виміри, - розповідає він, - час, частоту і простір. До нас цього ніхто не робив".

У лабораторних умовах вдалося домогтися максимальної швидкості передачі даних в 123 Мбіт на секунду, в найближчих планах - швидкість 600 Мбіт в секунду. Німецькі дослідники з Берлінського Інституту Генріха Герца

вже досягли швидкості 800 Мбіт в секунду - для порівняння, лише одиниці оператори бездротових мереж можуть запропонувати швидкості, що перевищують 100 Мбіт в секунду.

На думку Гаральда Хааса, нова технологія володіє величезним комерційним потенціалом: вона дозволяє перетворити звичайні освітлювальні прилади в хотспоти, що докорінно змінить спосіб доступу до інтернету, мережному відео, ігор. Ми зможемо скачувати фільми з настільної лампи, підключатися до картографічних сервісів через вуличний ліхтар і слухати музику через освітлені вітрини магазинів.

Хаас, а також його колеги Гордон Поуві і Мостафа Афгані заснували компанію VLC Ltd, яка отримала від Единбурзького університету ексклюзивну ліцензію на технологію VLC. Нова фірма досить успішно залучає інвесторів і розраховує представити перші комерційні продукти вже до червня 2012 року. Первістками повинні стати стандартні світлодіодні світильники, що вкручуються в звичайні побутові патрони, які можуть одночасно служити для бездротової передачі даних.

VLC забезпечує досить високу швидкість передачі даних, при цьому сама технологія гарантує досить серйозний рівень безпеки: передавач і приймач повинні знаходитися на лінії прямої видимості, і перехопити сигнал не так просто, як у випадку з радіохвилями. Достатньо повернути настільну лампу - і не потрібно ніяких кодів доступу або ключів. Світло не проникає через стіни і не схильний до впливу перешкод, які ускладнюють передачу інформації по радіо.

Зрозуміло, все це одночасно можна назвати і недоліками Li-Fi: наприклад, мобільний телефон на основі цієї технології не буде настільки ж практичний, як апарат, що використовує для зв'язку радіохвилі. Швидше, це місцевий спосіб зв'язку, який можна застосовувати в приміщеннях, в міській інфраструктурі або для ближнього зв'язку в середовищах, що перешкоджають проходженню радіохвиль.

Крім того, VLC Ltd веде переговори з Центром візуалізації клінічних досліджень при Королівському інституті медичних досліджень в Единбурзі. Радіологічне обладнання надзвичайно чутливо до електромагнітного випромінювання, тому для передачі даних від томографів потрібні особливі кабелі з посиленою екрануванням. Оптична технологія здатна передавати дані, не створюючи будь-яких перешкод і дозволяє дуже серйозно заощадити.

Як не дивно, у VLC Ltd вже є конкуренти - японська фірма Nakagawa Laboratories і американська компанія LVX System. Японці, в 2003 році співпрацювали з Гордоном Хаасом, пропонують підводну систему зв'язку для дайверів: мова перетворюється на світло і модульованим променем передається іншій аквалангістові. Американці ще в грудні 2010 року почали надавати ширококутний бездротовий доступ в інтернет в восьми громадських будівлях в місті Сент-Клауде, штат Мінесота. LVX System рекламує свою послугу як "оптоволоконно без волокна", проте, за деякими відомостями, пропускна здатність мережі більш ніж скромна і складає

близько 3 Мбіт / с. В VLC Ltd, звичайно, не мають наміру обмежуватися такими швидкостями, так що давайте почекаємо і подивимося, на що буде здатна її власна продукція.

У жовтні 2011 ряд компаній і промислових груп сформували Консорціум Plasma для просування швидкодіючих оптичних бездротових систем, заснованих на використанні абсолютно іншого електромагнітного спектру. Консорціум вважає можливим досягнення швидкості передачі даних у 10 Гбіт/с, що дозволить завантажити високоякісний фільм за 30 секунд.

Перевага Plasma у можливості його використання в чутливих областях, наприклад, авіації, без створення перешкод для роботи інших пристроїв. Проте, світлові хвилі не можуть проникати крізь стіни.

Пізніше, у 2012, VLC, фірма, налаштована на комерціалізацію Plasma, виробить продукти з технологією Plasma для фірм, що встановлюють системи світлодіодного освітлення.

Принцип роботи

Електромагнітний спектр, частиною якого є використовувані в Wi-Fi і стільникового зв'язку радіохвилі, також включає спектр видимого світла. Хаас виявив, що різна швидкість мерехтіння світла дозволяє передавати дані: коли лампа включена, передається цифрова одиниця, коли відключена - нуль. Інтенсивність мерехтіння у світлодіода дуже висока, і людське око його не помічає. Але лампа при цьому здатна передавати інформацію набагато швидше, ніж Wi-Fi. Крім того, зараз у світі використовується більше 14 млрд. Ламп. Для Хааса це готова інфраструктура, яку потрібно лише забезпечити спеціальними чіпами, вартість яких буде варіюватися від \$ 1 до \$ 5. Цього достатньо, щоб перетворити звичайну лампу в прилад, здатний передавати дані. Вчений вважає, що його винахід не призведе до повної відмови від використання радіочастот, але впевнений, що Li-Fi може замінити звичний діапазон там, де стільниковий зв'язок і інтернет дають збій або є недоступними: на переповненому стадіоні, на борту літака, в лікарнях і під водою, куди радіохвилі не проникають. Хаас також називає такий спосіб передачі даних максимально захищеним від перехоплення, адже зона поширення світла, на відміну від радіохвиль, обмежена природними перешкодами і працює тільки в умовах прямої видимості. «Ця технологія застосовна скрізь, де є освітлення, - пояснює Хаас. - Для нас пріоритетним напрямком є використання Li-Fi в будівлях. І вже на наступному етапі ми будемо розробляти можливості застосування цієї технології поза приміщеннями».

Британські вчені стверджують, що досягли швидкості передачі даних в 10 Гбіт в секунду за допомогою нової технології. Дослідники використовували мікродіодну лампу, передаючи по 3,5 Гбіт інформації в секунду через кожен з трьох "основних" кольорів - червоний, зелений і синій, - які разом складають звичайний "білий". Це означає, що, склавши канали, можна передавати дані із загальною швидкістю в 10 Гбіт в секунду.

Крихітні мікросветодиоди, розроблені в Університеті Стратклайд в Глазго, випускають паралельні потоки світла, множачи таким чином

кількість даних, які можуть бути передані за одиницю часу. "Уявіть собі головку душа, яка направляє воду строго паралельними струменями, - а ми таким же чином змусили вести себе світло", - пояснює професор Харальд Хаас, фахівець з оптичної бездротової передачі даних університету Единбурга і один з ініціаторів проекту. Метод цифрової модуляції, званий ортогональним частотним поділом каналів (OFDM), дозволив вченим використовувати мікросвітлодіоди для передачі мільйонів пучків світла різної інтенсивності в секунду. Говорячи простіше, лампи включаються і вимикаються - але з шаленою швидкістю. З цих включень-виключень складаються величезні масиви бінарних даних, ланцюжки одиниць і нулів, що передаються з високою швидкістю.

Раніше цього року німецькі вчені з Фраунгоферовського інституту Генріха Герца заявляли, що в лабораторних умовах здатні досягти швидкості передачі даних за допомогою світлодіодів в 1 Гбіт в секунду. В жовтні китайські дослідники повідомили, що побудували світлодіод на мікрочіпі зі швидкістю в 150 Мбіт в секунду, що забезпечує підключення до інтернету одразу чотирьом комп'ютерам. У 2011 році Хаас продемонстрував, що світлодіодна лампа, оснащена технологією обробки сигналу, може передавати на комп'ютер відеозображення високої чіткості ("high-definition"). Він же і придумав більш звучну назву для технології VLC - "light fidelity" або просто "li-fi".

"Li-fi" обіцяє стати дешевшим і енергоефективним методом передачі даних, ніж існуючі бездротові радіосистеми, враховуючи доступність і повсюдне поширення світлодіодів. Видиме світло - частина електромагнітного спектра, в 10 тисяч разів ширша, ніж спектр радіовипромінювання. Потенційно світло може забезпечити практично необмежену широту каналу передачі даних. На думку професора Хааса, ще одна перевага нової технології полягає в тому, що при рівномірному розподілі світлодіодних передавачів можна досягти набагато більш точного і стабільного підключення до інтернету всередині будівель. Недоліком традиційних wi-fi-роутерів завжди було те, що сигнал слабшає в міру віддалення від передавача, і в будинках і офісах з'являються зони, де зв'язок слабка настільки, що під'єднання до інтернету стає нестабільним або зовсім переривається. Крім того, видиме світло не проходить крізь стіни, тому технологія VLC потенційно більш надійна, ніж традиційний wi-fi, з точки зору збереження конфіденційності передачі даних, підкреслює професор Хаас.

Суперечка з Oledcomm

В кінці минулого року повідомлялося, що британським дослідникам вдалося домогтися рекордної швидкості передачі даних на рівні 10 Гбіт / с, використовуючи спеціальні світлодіоди і технологію Li-Fi. Можливо, тоді багато хто подумав, що теоретична можливість використання технології передачі даних видимим світлом в сучасних пристроях поки надзвичайно віддалена від практичного застосування. Однак компанія Oledcomm намір довести, що твердження це помилкове.

Спочатку варто нагадати, що технологія Li-Fi заснована на світлодіодних лампах, випромінюючих світло високої яскравості. Кодування інформації тут здійснюється спеціальним мікропроцесором, який з високою частотою змінює інтенсивність світіння LED-ламп. При цьому частота коливань (лампа включена - 1, вимкнена - 0) настільки велика, що для людського ока мерехтіння абсолютно непомітні. Для реєстрації закодованих пакетів даних застосовується спеціальний приймач.

Прототип смартфона невідомого виробника з підтримкою технології Li-Fi був помічений журналістам ресурсу Engadget ще на виставці CES 2014. Смартфон працював під управлінням ОС Android. Відмінною особливістю пристрою була наявність світлового детектора на місці фронтальної камери, за допомогою якого воно отримувало інструкції на висновок зображень або відтворення відеороликів, збережених у вбудованій флеш-пам'яті, від декількох світлодіодних ламп, які перебували на столі неподалік від смартфона. Відзначається також, що аналогічні команди виконував модифікований таким же чином планшет.

З допомогою демонстрації Oledcomm намагалася показати великий потенціал технології Li-Fi на ринку мобільних пристроїв. Більш того, в ході виставки вона також представила ще одну перспективну розробку - прототип компактного приймача Li-Fi, для підключення якого потрібен звичайний 3,5-мм аудіороз'єм.

Oledcomm сподівається, що вже скоро виробники смартфонів будуть постачати свої рішення світловими детекторами, що дозволить технології Li-Fi швидше одержати широке поширення.

Існує думка, що в найближчому майбутньому Li-Fi може стати доступною альтернативою Wi-Fi. Правда, суттєвим недоліком даної технології є те, що для забезпечення зв'язку передавач і приймач повинні знаходитися в зоні прямої видимості.

Поширення

Завантажити фільм через настільну лампу, зайти в Google maps і дізнатися про пробки за допомогою світлофора, послухати музику, стоячи біля підсвічених білбордів на вулиці, - технологія Li-Fi, звана також visible light communication (комунікація через видиме світло), відкриває бездротовий доступ в інтернет через звичайні освітлювальні прилади. Уявіть собі: ви можете зайти в Мережу зі свого ноутбука або смартфона в будь-якій точці земної кулі, і дізнаватися пароль, а також шукати зону з достатньою швидкістю зв'язку більше не потрібно. Щоб Li-Fi працював, достатньо джерела світла, забезпеченого спеціальним чипом, і гаджета, здатного під'єднатися до інтернету.

Цей винахід було названо журналом Time одним з найбільш значущих в 2011 році. А інтернет-видання Huffington Post внесло нову технологію в десятку самих цікавих новаторських ідей, за якими варто стежити в 2012 році. Li-Fi може кардинально змінити спосіб передачі інформації та забезпечити швидкість обміну даними до 600 Мбіт / с. «При використанні нашої технології щільність переданих даних підвищується в тисячу разів, -

розповідає Фокусу автор винаходу, професор інституту Единбурга Харальд Хаас. - За допомогою світлового спектру ми можемо передавати дані не одним потоком, як при використанні радіохвиль, а тисячею таких потоків одночасно і паралельно на більш високих швидкостях ».

Самі засновники VLC Ltd називають пріоритетним для компанії впровадження оптичної бездротової технології в пасажирських літаках. Як відомо, використання радіоприладів при зльоті та посадці строго заборонено через ризик виникнення перешкод для навігаційного обладнання. Світлова технологія повністю знімає ці обмеження і звільняє вже порядком перевантажений Радіодіапазон для дійсно важливих сигналів. В VLC розраховують укласти контракт з якимсь виробником літаків з Німеччини, назва якого поки не розголошується.

Нова технологія може виявитися в найближчому майбутньому самим екологічним і економічним способом передачі інформації. На кафедрі мобільних комунікацій в університеті Единбурга колектив вчених на чолі з Гаральдом Хаасом готує кілька пілотних проектів, які дозволять використовувати інновацію в повсякденному житті і зробити її такою ж звичною, як стільниковий зв'язок та Wi-Fi. Перші пристрої зі стандартом Li-Fi, повинні з'явитися на ринку в нинішньому році.

Создан "li-fi" - сверхбыстрый интернет на светодиодах

Технология беспроводной оптической передачи данных позволит подключаться к интернету с огромной скоростью

Британские ученые утверждают, что достигли скорости передачи данных в 10 Гбит в секунду с помощью новой технологии "li-fi" - беспроводной связи посредством света.

Исследователи использовали микросветодиодную лампу, передавая по 3,5 Гбита информации в секунду через каждый из трех "основных" цветов - красный, зеленый и синий, - которые вместе составляют обычный "белый" свет.

Это означает, что, сложив каналы, можно передавать данные с общей скоростью в 10 Гбит в секунду.

"Li-fi" - это новая технология (аббревиатура в названии составлена, по аналогии с широко известными Hi-fi и Wi-fi, из английских слов "light" - "свет" и "fidelity" - "точность"), обещающая надежный и дешевый способ подключения к интернету практически из любого места с помощью специальных светодиодов.

Высокая скорость

Проект изучения передачи данных с помощью так называемого ультрапаралельного видимого света был инициирован университетами Единбурга, Оксфорда и Кэмбриджа и финансируется британским Советом по исследованиям в области инженерных и физических наук.

Крошечные микросветодиоды, разработанные в Университете Стратклайд в Глазго, испускают параллельные потоки света, умножая таким

образом количество данных, которое может быть передано за единицу времени.

"Представьте себе головку душа, которая направляет воду строго параллельными струями, - а мы таким же образом заставили вести себя свет", - объясняет профессор Харальд Хаас, специалист по оптической беспроводной передаче данных университета Эдинбурга и один из инициаторов проекта.

Профессор Харальд Хаас занимается разработкой новой технологии уже десять лет

Метод цифровой модуляции, называемый ортогональным частотным разделением каналов (OFDM), позволил ученым использовать микросветодиоды для передачи миллионов пучков света разной интенсивности в секунду. Говоря проще, лампы включаются и выключаются - но с бешеной скоростью.

Из этих включений-выключений складываются огромные массивы бинарных данных, цепочки единиц и нулей, передаваемые с высокой скоростью.

Ранее в этом году немецкие ученые из Фраунгоферовского института Генриха Герца заявляли, что в лабораторных условиях способны достичь скорости передачи данных с помощью светодиодов в 1 Гбит в секунду.

В октябре китайские исследователи сообщили, что построили светодиод на микрочипе со скоростью в 150 Мбит в секунду, обеспечивающий подключение к интернету сразу четырьмя компьютерами.

"Световое качество"

Профессор Харальд Хаас занимается разработкой "li-fi" уже десять лет. Научным языком эта технология называется "передачей данных видимым светом", или сокращенно VLC ("visual light communication").

В 2011 году Хаас продемонстрировал, что светодиодная лампа, оснащенная технологией обработки сигнала, может передавать на компьютер видеоизображение высокой четкости ("high-definition").

Он же и придумал более звучное название для технологии VLC - "light fidelity" или просто "li-fi".

"Li-fi" обещает стать более дешевым и энергоэффективным методом передачи данных, чем существующие беспроводные радиосистемы, учитывая доступность и повсеместное распространение светодиодов.

Видимый свет - часть электромагнитного спектра, в 10 тысяч раз более широкая, чем спектр радиоизлучения. Потенциально свет может обеспечить практически неограниченную широту канала передачи данных.

По мнению профессора Хааса, еще одно преимущество новой технологии заключается в том, что при равномерном распределении светодиодных передатчиков можно достичь гораздо более точного и стабильного подключения к интернету внутри зданий.

Недостатком традиционных wi-fi-роутеров всегда было то, что сигнал слабеет по мере удаления от передатчика, и в домах и офисах появляются

зоны, где связь слабая настолько, что подключение к интернету становится нестабильным или вовсе прерывается.

Кроме того, видимый свет не проходит сквозь стены, поэтому технология VLC потенциально более надежна, чем традиционный wi-fi, с точки зрения сохранения конфиденциальности передачи данных, подчеркивает профессор Хаас.

"Световой Интернет" Li-Fi разогнали до 10 гигабит в секунду

Передача данных по оптоволоконным сетям на большие расстояния является оптимальным вариантом, когда речь идёт о проводной связи. Но когда информацию необходимо передать на малые расстояния по беспроводной сети, лучше всего отдать предпочтение радиоволнам — Wi-Fi и Bluetooth.

Теперь мексиканская компания Sisoft совместно с учёными из Автономного технологического института Мексики разработала беспроводную технологию, которая передаёт данные в видимом свете, испускаемом из светодиодных ламп, параллельно освещающих помещение.

Эта система называется Li-Fi, и сама по себе она не является новинкой. Технология, разработанная мексиканскими учёными, носит название VLC (Visible Light Communication, "коммуникация при помощи видимого света"). В отличие от технологий, основанных на инфракрасных волнах, VLC передаёт данные посредством света, к которому чувствителен человеческий глаз. Приборы Sisoft излучают незаметные для человека вспышки света, которые генерируют светодиодные лампы.

Тестирование системы начали со звука. Сначала физики подключили печатную плату к смартфону через 3,5-миллиметровый аудиоразъём. Плата преобразовывала звуковой сигнал в оптический, который передавался с помощью специального излучателя по всему спектру света, генерируемого светодиодной лампой. Приёмник, расположенный в динамике, ловил сигнал и преобразовывал его обратно в звуковой.

Для беспроводной передачи данных принцип приблизительно тот же, только приёмный конец системы должен располагаться над маршрутизатором. Маршрутизатор состоит из светодиодных ламп для передачи данных, и любое устройство, на которое будет падать свет, окажется в пределах действия Li-Fi.

В пресс-релизе представители компании Sisoft рассказывают, что они использовали свою технологию для передачи аудио, видео и интернет-данных на скоростях до 10 гигабит в секунду. По сравнению с аналогичными системами Li-Fi это рекорд: инженеры компании Siemens и университета Пенсильвании достигли скорости передачи данных лишь в 500 мегабит и 1,6 гигабит в секунду, соответственно.

Что это означает на самом деле? То, что при использовании последней системой Li-Fi можно будет загрузить полнометражный фильм в HD-качестве всего за 45 секунд.

Физики также отмечают, что помимо впечатляющей скорости, их технология обладает и другими заметными преимуществами. Поскольку данные передаются через свет, перехватить сигнал становится невозможным, а это означает полную безопасность сетей.

Кроме того, данная система может быть использована в тех местах, где излучение от оборудования может блокировать беспроводные сигналы, например, в больницах. И наконец, за свет и Интернет больше не нужно будет платить отдельно, поскольку система обеспечивает как доступ к Глобальной паутине, так и освещение.

Новая технология передачи данных - Li-Fi

Еще относительно недавно беспроводная технология Wi-Fi воспринималась как революционное открытие, позволяющее передавать информацию без использования проводов. Правда, с ограничением по расстоянию.

Теперь же изобретен абсолютно новый способ передачи данных, причем без ограничений по расстоянию, и с огромной скоростью.

Как выяснилось мигающие огни могут не только раздражать своим бесконечным мерцанием - у них есть также очень полезное качество. Световые импульсы можно использовать для передачи информации. Все очень просто - если светодиод включен, то он соответствует единице, если выключен - то нулю. Это и послужило основой новой технологии кодирования и передачи больших объемов информации.

Данное новшество получило название Li-Fi. Принцип такой связи заключается в использовании светового диапазона обыкновенных светодиодов. Дело в том, что светодиоды имеют очень высокую частоту мерцания, и человек не может ее уловить. Технически же это можно использовать для передачи данных. Когда светодиод загорается, передается цифровая единица, а когда он гаснет, передается цифровой ноль. Этим достигается высочайшая скорость передачи. За секунду может быть передано около 600 мегабайт данных.

Стоимость обычной светодиодной лампы невысока, да и чип, который понадобится для кодирования светового сигнала, будет оценивается в \$ 2-5. Это делает связь Li-Fi очень дешевой и общедоступной. Кроме такой лампы, пользователю потребуется еще и непосредственно устройство связи, то есть обычный ноутбук или ему подобное устройство. Не правда ли, очень оригинально, остановившись возле светящегося бигборда, подключиться к Интернету?

Где же может применяться такая связь, и какие преимущества можно из нее извлечь?

Li-Fi может применяться повсеместно. То есть там, где есть свет от светодиодного источника. Находясь в любой точке Земли, даже в таких местах, где нет радиосвязи, например, в пустыне, можно без проблем пользоваться Интернетом. Связью Li-Fi можно пользоваться даже под водой.

Лампа с Li-Fi может питаться от обычной батарейки, поэтому не обязательно и наличие электричества.

Кроме того, Li-Fi можно использовать там, где пользоваться радиоволнами небезопасно. Например, в самолете требуется отключать мобильники для того, чтобы не было радиопомех для электронных приборов самолета. Или на нефтяных платформах, где есть опасность возникновения искр и возгорания.

Li-Fi представляет собой самый безопасный способ обмена информацией, который способен стать действительно революционным переворотом в средствах связи.