6G: взгляд в будущее

Введение

Сегодня ведущие компании и инженеры, занимающиеся развитием и стандартизацией сетей связи, определяют новое поколение беспроводных сетей далеко не одними лишь скоростями передачи данных. В первую очередь, новые возможности, которые будут предоставлены пользователям в сетях очередного, «нового» поколения. Сегодня на слуху 5G со своими гигабитными скоростями передачи данных по радиоканалу. Но пятое поколение, это, в том числе, и беспилотный транспорт, и Интернет вещей (IoT) с возможностью создавать «умные города» и цифровые экосистемы с миллионами «умных» устройств. Представление о поколении 5G у нас уже есть, а от описания его возможностей и технологий, голова идет кругом. Кажется, что ничего умнее уже не придумать, и пятое поколение сетей — это предел развития человеческой мысли, и дальше идти просто некуда.

Однако, если копнуть глубже, то можно заметить достаточно большое количество технологических решений, развивающихся прямо сейчас, и способных еще больше изменить нашу жизнь. Например, представьте, что во время конференции в «зуме» вы сможете видеть не «шахматную доску» из участников, а трехмерные голографические изображения посетителей онлайн-собрания.

[6G: взгляд в будущее]

Со временем, приложения и веб-сайты также смогут устанавливать тактильные связи с пользователем, передавая ощущения прикосновения. Прототипы технологий, позволяющие передавать касания, запахи и объемное звучание уже существуют. Важной, но вполне реализуемой задачей остается вопрос их массового внедрения.



Возможно, сейчас это звучит не очень правдоподобно и крайне футуристично, однако лет десять назад никто и представить не мог, что VR-решения будут доступны широким массам. Однако, на сегодняшний день оборудование для VR можно приобрести в обычном магазине цифровой техники, а приложения для виртуальной реальности — скачать в том же Steam. В ведущих ВУЗах РФ появляются новые дисциплины, связанные с изучением технологий виртуальной реальности, открываются лаборатории дополненной реальности.

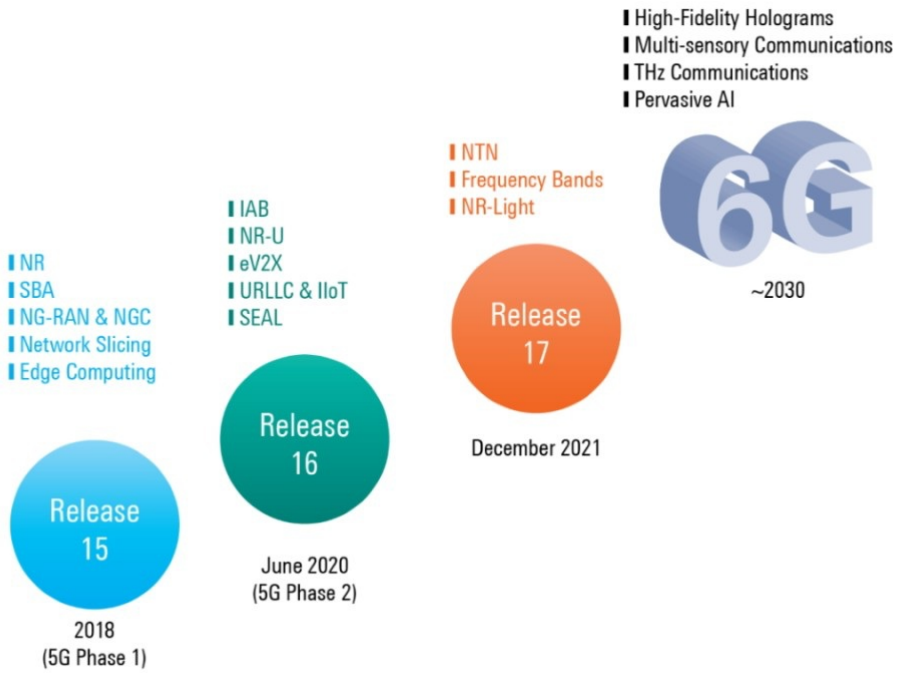
Тенденция ведет к тому, что 6G-решения будут иметь плотную интеграцию с VR и AR-решениями, а сети связи должны будут обеспечивать высокоскоростную передачу видеоданных в режиме реального времени миллионам абонентов и устройств.

Не так давно компания Facebook купила Oculus — одного из крупных игроков на рынке VR-решений. Сегодня можно заказать Oculus Quest 2 — VR-систему «всё в одном», не требующую для подключения производительных компьютеров с дорогостоящей видеокартой. Стоимость на данный момент ~ 400 $, что в 2−3 раза ниже по сравнению с конкурентными предложениями. Таким образом, решение от компании Facebook и Oculus способствуют массовому внедрению VR-решений в повседневную жизнь пользователей.



Прогноз массового использования VR-решений и голографической связи в реальном времени довольно правдоподобен, ведь развертывание высокоскоростных сетей во всем мире набирает скорость, и все большее внимания уделяется следующим поколениям беспроводных технологий.

Некоторые цифры, на которые ориентируются разработчики стандартов 6G:



- **Низкие задержки.** Будет продолжаться тенденция развития сетей связи к уменьшению времени задержки при передаче данных между устройствами. Очевидно, что сети также будут строиться с использованием малых сот (small cells).
- **Сверхвысокие частоты.** Если «потолком» для сетей пятого поколения называют частоты до 100 ГГц, то в 6G диапазон сдвинут в еще более высокочастотный. В статьях из IEEE Xplore можно увидеть разработанные беспроводные устройства для сетей шестого поколения, работающие в диапазоне ~350 ГГц. В целом, разработчики стандартов 6G рассматривают возможность коммуникаций в терагерцовом диапазоне.
- **Скорости передачи данных до 100 Гбит/сек.** В данном случае названная цифра скорее возникает из-за требований к обеспечению необходимого качества связи для сервисов, работающих в 6G-сетях. Понятно, что на текущий момент такие скорости недостижимы на реальных сетях. Однако, если рассчитывать на возможность воспроизведения голограмм

высокой точности (High-Fidelity Holograms), то подобные требования обеспечивать гигабитную передачу данных до абонента, просто необходимы.

В плане рассмотрения вопросов технической реализации 6G-сетей, довольно интересны материалы статьи, опубликованные в IEEE Xplore. В статье описывается концепция создания беспроводной экосистемы 6G-сетей с разбиением на многоуровневую архитектуру. Статья начинается с рассмотрения проблем и технических требований сетей следующего поколения и прогнозирования некоторых технологических возможностей, которые могут быть реализованы и применены на практике уже сегодня. В частности, в статье отмечается, что в сети будущего будут заложены следующие основные концепции:

- использование голограмм в качестве средства коммуникации;
- распространение носимых устройств для распознавания эмоций;
- массовое внедрение средств контроля психического здоровья.

Какие возможности откроют сети шестого поколения

Основная концепция 6G звучит как «голографическое общество высокой точности», в котором голографическое присутствие позволит удаленным пользователям визуализировать людей и объекты в пространстве. Это открывает большое потенциал в самых разных областях:

- техническим специалистам, выполняющим удаленное устранение неисправностей и ремонт;
- врачам, выполняющим удаленные операции;
- более качественное дистанционное обучение.

Технологии 4G и ожидаемые скорости передачи данных в 5G не смогут обеспечить реализацию таких технологий. Голографическое изображение потребует передачи данных с нескольких точек обзора, чтобы учесть изменение наклона, углов и положения наблюдателя относительно объекта. Необходимые технические требования для реализации голографической и VR-связи будут описаны в стандартах для 6G-сетей. И кто знает, к чему приведет нас возможность к такого рода коммуникациям.

[6G: взгляд в будущее]

Еще одна многообещающая возможность, о которой упоминается в концепции 6G-сетей, связана с тактильным Интернетом. Другими словами, различные сенсорные ощущения могут быть объединены с голограммами. Также, в материалах, посвященных сетям шестого поколения, 6G называют «Internet of Skills» (досл. Интернет навыков), подчеркивая тем самым возможность передавать «знания и умения» через Интернет средствами VR-решений и с помощью голограмм. Сейчас нам доступна информация в аудио и видеоданных, но мы не можем перемещать объекты или получить тактильную информацию. Но вскоре это станет возможным благодаря объединению периферийных вычислений, робототехники, искусственного интеллекта, дополненной реальности и 6G-сетям.

Еще одно интересное наблюдение, о котором нельзя не упомянуть заключается в том, что когда речь заходит о скоростях 200 Гбит/с для одного абонента, кабельные соединения называют узким местом для реализации таких скоростей. Интересно то, что «парадигма» представления о возможностях проводной и беспроводной связи на протяжении последних 20-ти лет несколько раз менялась и бывало делались диаметрально противоположные утверждения. Было время, когда все делали ставку на кабельную связь, аргументируя это тем, что беспроводная передача данных просто не способна обеспечить такие скорости как кабельная связь. Когда появились беспроводные технологии MIMO, миллиметровый диапазон и «боевые» виды модуляции сигнала, ставку делали на беспроводную связь. Позже предел роста скоростей беспроводных сетей был достигнут, и все начал говорить о том что без оптики никуда, по крайней мере нужно же как-то объединять в микросоты элементы 5G сетей между собой. Сегодня в 6G картина снова меняется, поскольку мы движемся к более высоким скоростям передачи данных, проводные каналы называют одним узким местом, от которого нужно будет уходить, переводя всю коммуникацию в пространственно-независимый вариант.

Также, в концепцию 6G будут заложены так называемые Hot Points (горячие точки) с чрезвычайно высокими скоростями передачи данных в несколько терабит в секунду. Но, конечно, чтобы официально заявлять о реализации подобных точек консолидации необходимо провести еще много исследований и только после этого перейти к фактическому процессу стандартизации.

Заключение

Несомненно, с выходом 6G, ориентированном на терагерцовые частоты, возникнут большие проблемы при создании нового оборудования. Для более быстрых устройств также потребуются более совершенные полупроводниковые технологии. Проблемы энергопотребления также не стоит

выводить на второй план. Однако, подобные проблемы возникали и в сетях предыдущих поколений.

Новое поколение 6G с голографической связью и массовым использованием очков виртуальной реальности появится, это лишь вопрос времени. Разработка сенсоров, позволяющих передавать тактильные ощущения, уже не кажется чем-то футуристичным. Технологии, описанные фантастами в книгах и фильмах, внедряются в нашу жизнь семимильными шагами. Возможно, когда-нибудь у нас будет полноценный доступ к «Матрице» и цифровому миру по подписке от регионального оператора связи. Возможно, цифровые технологии шагнут настолько далеко вперед, что «виртуальный мир» будет мало отличаться от нашего, а сети нового поколения будут обеспечивать техническую возможность доступа. Создаст ли человечество утопию, или антиутопию — время покажет. А может быть это уже было, и мы лишь повторяем то, что уже было сделано…

[6G: взгляд в будущее]