

ТАМ, ГДЕ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ ТЕОРИЯ МАЛЫХ ГРУПП, НАЧИНАЕТСЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА...

Р. В. Киричек^{1*}, М. А. Маколкина¹,
Р. Я. Пирмагомедов¹, А. И. Выборнова¹

¹ СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация
* Адрес для переписки: kirichek@sut.ru

Аннотация

Профессор Андрей Евгеньевич КучерявыЙ и его научная школа.

Ключевые слова

Интернет вещей, летающие сенсорные сети, дополненная реальность, наносети, тактильный интернет.

Информация о статье

УДК 004.7

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 27.01.17, принята к печати 28.02.17.

Ссылка для цитирования: Киричек Р. В., Маколкина М. А., Пирмагомедов Р. Я., Выборнова А. И. Там, где заканчивается теория малых групп, начинается научная школа... // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 1. С. 1–7.

WHERE THEORY ENDS SMALL GROUPS STARTS SCIENTIFIC SCHOOL...

R. Kirichek^{1*}, M. Makolkina¹, R. Pirmagomedov¹, A. Vybornova¹

¹ SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation
* Corresponding author: kirichek@sut.ru

Abstract—Professor Andrey Koucheryavy and his scientific school.

Keywords—Internet Things, flying, sensor networks, augmented reality, nanosite, tactile Internet.

Article info

Article in Russian.

Received 27.01.17, accepted 28.02.17.

For citation: Kirichek R., Makolkina. M., Pirmagomedov R., Vybornova A.: Where Theory Ends Small Groups Starts Scientific School... // Telecom IT. 2017. Vol. 5. Iss. 1. pp. 1–7 (in Russian).

Одним из особенных и знаменательных событий СПбГУТ в феврале 2017 года явилось 65-летие профессора, доктора технических наук, заведующего кафедрой сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) Кучерявого Андрея Евгеньевича.

Андрей Евгеньевич является примером преданности единственному делу, которое он выбрал после окончания Ленинградского электротехнического института связи и посвятил всю свою жизнь, – науке! С того времени и до сих пор он вкладывает силы, знания, талант, а сегодня уже и опыт в развитие, укрепление и процветание научно-исследовательской работы в области телекоммуникаций.

Профессор А. Е. Кучерявый многие годы отдал работе в Ленинградском отделении Научно-исследовательского института связи, пройдя путь от заместителя начальника отдела до первого заместителя директора института. Дальше была работа в Центральном научно-исследовательском институте связи, Гипросвязи, где под руководством Андрея Евгеньевича были достигнуты качественно новые результаты в области исследования и проектирования новейших инфокоммуникационных систем.

Перейдя на работу в СПбГУТ, Андрей Евгеньевич во много раз преумножил достижения вуза в области науки и научных исследований, а также подготовки высококвалифицированных кадров для отрасли связи и телекоммуникаций.

Стоит упомянуть об основных регалиях Андрея Евгеньевича: доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных, член Ученого совета СПбГУТ, почетный член НТОРЭС им. А. С. Попова, член оргкомитетов ряда международных конференций, участник различных форумов и семинаров в США, ФРГ, Франции, Италии, Дании, Швейцарии, Аргентине, Бразилии, Танзании, ЮАР, Р. Корея, КНР, странах СНГ. Очевидно, профессор А. Е. Кучерявый по праву заслужил признание и высокий авторитет среди известных ученых, взыскательных коллег и увлеченных учеников. Свидетельством его плодотворной работы стало избрание на пост Председателя 11 Исследовательской Комиссии Международного союза электросвязи (МСЭ-Т).

Несомненно, что достичь вышеперечисленного можно только одним способом – по-настоящему посвятив себя любимому делу.

Коллеги и ученики знают Андрея Евгеньевича как трудолюбивого и преданного своему делу учёного, небезразличного преподавателя, чуткого, но строгого руководителя и благодарны ему за создание дружного коллектива с творческой атмосферой, за поддержание и развитие разумной инициативы, за обеспечение взаимного уважения, доброжелательности и равноправия.

В настоящее время научная школа профессора Кучерявого состоит из докторов технических наук и кандидатов технических наук, 10 из которых моложе 35 лет. Именно они продолжают развивать отрасль связи и отстаивать значи-

мость научных исследований в ней. Активно работая в 11 исследовательской комиссии МСЭ-Т, Андрей Евгеньевич принял активное участие в разработке терминов и определений концепции Интернета вещей [1]. В 2011–2012 году многие ученые с опаской смотрели на два простых, но непонятных в сочетании слова «Интернет вещей». Как оказалось, впоследствии, именно эти два слова предрекли развитие отрасли связи на ближайшее десятилетие. В настоящее время наблюдается новый переломный момент, который, как и вышеописанная концепция, вызывает неприятие и удивление – это появление Летающих сенсорных сетей, Дополненной реальности, Тактильного Интернета и выход телекоммуникационных технологий наnanoуровень.

Летающие сенсорные сети

Летающие сенсорные сети – это одно из приложений Интернета вещей, которое объединяет два вида сетей: летающие (FANET) и беспроводные сенсорные сети (WSN).

Вследствие увеличения количества сенсорных узлов WSN, применяемых для мониторинга объектов, распределенных на большой площади, таких как виноградники, сейсмически опасные объекты, приграничная полоса и другие, эти сети были выделены от остальных самоорганизующихся сетей в отдельный класс, появился термин сенсорные поля [2, 3]. Как правило, сенсорные поля располагаются в удаленных районах, в которых отсутствуют каналы связи с сетью связи общего пользования (ССОП) для передачи данных, и предполагают автономное электропитание сенсорных узлов, а также кластерную структуру построения.

Параллельно с развитием *Ubiquitous Sensor Networks* (USN) наблюдается увеличение масштабов использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) за счёт использования их для решения различных задач: фото/видео съемки, доставки грузов, сбора данных с удаленных объектов и др. Первоначально БПЛА использовались для решения задач специального назначения, но развитие инфраструктуры умных городов позволяет с уверенностью утверждать о повсеместном использовании БПЛА в различных сферах деятельности в ближайшие 2–3 года. Учитывая потребность в сборе данных с удаленных сенсорных полей как в режиме реального времени, так и в режиме толерантном к задержкам, а также возможность применения для этих целей беспилотных летательных аппаратов был предложен новый класс сетей – летающие сенсорные сети FUSN (*Flying Ubiquitous Sensor Networks*) [4, 5, 6].

Летающие сенсорные сети предполагают наличие двух сегментов: наземного и летающего, которые взаимодействуют между собой. Наземный сегмент, как правило, представляет собой распределенную сеть самоорганизующихся сенсорных узлов. Летающий сегмент представляет один или несколько БПЛА. На базе БПЛА выполняется сбор данных с наземного сегмента и последующая доставка собранных данных в ССОП как в режиме реального времени, так и с допустимой задержкой, характерной для DTN (*Delay-Tolerant Networks*). Исследования летающих сенсорных сетей позволили решить комплекс задач, таких как инсталляция сенсорных узлов, облет и сбор данных с сенсорных узлов по оптимальным маршрутам, доставка данных в сеть связи общего пользования, деинсталляция сенсорной сети.

Дополненная реальность

Повсеместное использование смартфонов, планшетов и других мобильных устройств толкает технологии транспортных сетей и приложений постоянно идти вперед. Так, появление технологии дополненной реальности обусловлено желанием пользователя иметь информацию обо всех окружающих его объектах и даже видеть сквозь них. Не обязательно в качестве объекта выступает другое устройство или человек, это может быть камушек на пляже или листик в парке. Многие родители беспокоятся о безопасности своих детей, может быть это ядовитый куст с ягодами, или не камешек, а стекло, с возможностями дополненной реальности пользователь получает исчерпывающую информацию о любом объекте.

Часто дополненную реальность путают с виртуальной и считают, что основным инструментом является шлем или очки дополненной реальности. При реализации некоторых приложений так оно и есть, однако существует ряд случаев, когда вам не понадобятся очки и шлем, достаточно смартфона. Отличие от виртуальной реальности видно сразу, в виртуальной реальности Вы полностью отстраняетесь от существующего мира, не слышите звуков, не видите, что происходит вокруг. Дополненная реальность напротив делает Ваш мир глубже, ярче, интереснее. Вы видите, что происходит рядом, и в тоже время Вы видите и другие данные, связанные с Вашим местоположением, направлением взгляда, скоростью движения, углом обзора. Вы можете посмотреть на кафе через дорогу и с помощью дополненной реальности увидеть меню и цены, не заходя туда, можете посмотреть вниз и узнать какая ветка метро проходит под вами и т. д.

Возможности дополненной реальности позволяют создавать не только игровые и информационные приложения, но также являются огромным шагом при переходе на иной уровень потребления информации, взаимодействия людей и данных, что грозит преображением всех известных подходов обработки, передачи, отображения данных и конечно изменением отношения к качеству обслуживания и качества восприятия. Пытаясь анализировать направления, которые открывает дополненная реальность, невольно задумываешься о том, что неизбежное будущее страшит, но жутко интересно, что будет дальше.

Наносети

Успехи в развитии нанотехнологий, имевшие место в последнее десятилетие, оказали существенное влияние на многие научные сферы. Внедрение наноматериалов позволяет улучшить характеристики существующих технических систем и создать новые, что в совокупности открывает новые горизонты во многих отраслях науки и техники. Не является исключением и сфера телекоммуникаций, где телекоммуникационные сети проникают на наноуровень. Проникновение телекоммуникационных технологий на наноуровень привело к развитию мультидисциплинарного направления и специфического понятийно-терминологического аппарата, например, таких терминов как наносети и Интернет Нано-Вещей [7, 8]. Основная задача, которая ставится перед этим относительно молодым направлением науки, – передача данных между наноустройствами, которые осуществляют сбор информации о процессах на молекулярном уровне, а также воздействию на эти процессы. Наносети открывают новые возможности в здравоохранении, промышленности, экологии и многих других сферах, в связи с чем эта

тема не могла оставаться без внимания Андрея Евгеньевича. Однако по сравнению с остальными направлениями Интернета вещей, исследования в области наносетей требуют существенных финансовых вложений, дорогостоящего оборудования и привлечение специалистов из смежных областей науки, так как тематика исследований носит междисциплинарный характер. На момент инициации исследований по наносетям в 2015 году, ничего из этого на кафедре не было, однако это не сломило желания Андрея Евгеньевича и его учеников заниматься данной тематикой. Работа, начиналась с обзорных и теоретических статей, первых по данной теме в России. Вскоре был инициирован проект «Биодрайвер», который поддержан Российским фондом фундаментальных исследований в 2016 году, к исследованиям присоединился сотрудник Военно-Медицинской Академии им. С. М. Кирова, канд. мед. наук Глушаков Р. И. На сегодняшний день по теме наносетей коллективом опубликовано 3 работы в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus и 12 работ в ведущих российских научных изданиях. Кроме того, благодаря сотрудничеству с учеными из Московского физико-технического института, удалось запланировать проведение экспериментальной работы – исследование влияния графеновых устройств на биологические объекты. Для этого коллегами из МФТИ были безвозмездно изготовлены и переданы образцы графена в виде пленки на кремниевой подложке и в виде суспензии. Проведение эксперимента планируется осуществить в лабораториях Института особо чистых биопрепаратов.

Успехи коллектива кафедры в области наносетей привлекли внимание известного зарубежного ученого, который активно занимается данной темой – доктора С. Баласубраманияма, в результате состоявшегося общения между группой Баласубраманияма и научной школой А. Е. Кучерявого, принято решение о сотрудничестве и совместных исследованиях в области наносетей, что дает надежду на новые научные успехи и достижения.

Тактильный Интернет

Всего несколько лет назад многие исследователи и представители бизнеса в области инфокоммуникаций достаточно скептически высказывались в отношении концепции Интернета вещей, однако последующие события показали недальновидность подобных мнений и в настоящий момент исследования и практические реализации систем Интернета вещей по праву являются одними из самых обсуждаемых и востребованных в мире. Спустя несколько лет через подобную фазу скептического отношения проходит другая идея, получившая название Тактильного Интернета.

Тактильный Интернет можно рассматривать как развитие концепции Интернета вещей, которая предполагает, что в ближайшем будущем в сетях связи появится новый тип трафика – тактильный [9]. Привычные нам типы трафика – данные, голос, видеоизображения и другие – в настоящий момент уже не всегда полностью покрывают потребности самых новых и перспективных приложений в IT-области. Так, например, уже упомянутые выше приложения виртуальной и дополненной реальности могут предоставлять пользователю визуальную и аудиоинформацию о каком-либо объекте, однако в некоторых случаях для составления полной картины может быть важно дополнить это тактильной информацией об объекте. Под тактильной информацией обычно понимаются движения

человека и возникающая в ответ на эти движения обратная связь от среды, на которую производится воздействие, например, вибрация, температура, упругость и шероховатость поверхности и т. д.

Передача тактильных ощущений на расстояние по сетям связи может быть востребована во многих областях человеческой деятельности, например, в медицине, где системы с тактильной обратной связью позволяют проводить высокотехнологичные дистанционные хирургические операции или проводить удаленный осмотр пациента, включающий в себя пальпацию и другие мануальные методы диагностики и лечения. Помимо этого, системы Тактильного Интернета могут быть востребованы при проведении спасательных работ при помощи роботов, где полученная буквально на кончики пальцев оператора информация об окружающей среде позволит более аккуратно проводить, например, разбор завалов после землетрясения. Наконец, широчайшие возможности открываются благодаря Тактильному Интернету в индустрии развлечений и коммуникаций.

Отдельная ценность концепции Тактильного Интернета заключается в том, что, вводя новые приложения, она также предъявляет новые требования к сетям связи. Так, считается, что для реалистичной передачи тактильных ощущений требуется круговая задержка передачи данных по сетям связи менее одной миллисекунды, что является серьезным вызовом для современных телекоммуникационных систем. Пока мы не знаем, повторит ли Тактильный Интернет успешную судьбу Интернета Вещей, но одной из особенностей научной школы Андрея Евгеньевича Кучерявого является непредвзятый интерес к любым новым тенденциям и технологиям в области инфокоммуникаций, ведь только всесторонне изучив какой-либо объект, можно судить о его ценности и перспективах.

Литература

1. Кучерявый А. Е. Интернет вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24.
2. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любович, 2011. 316 с.
3. Кучерявый А. Е., Киричек Р. В., Парамонов А. И., Прокопьев А. В. Эволюция исследований в области беспроводных сенсорных сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2014. № 4. С. 29–41. URL: <http://www.sut.ru/doc/nauka/review/4-14.pdf>
4. Кучерявый А. Е., Владыко А. Г., Киричек Р. В., Парамонов А. И., Прокопьев А. В., Богданов И. А., Дорт-Гольц А. А. Летающие сенсорные сети // Электросвязь. 2014. № 9. С. 2–5.
5. Кучерявый А. Е., Владыко А. Г., Киричек Р. В. Теоретические и практические направления исследований в области летающих сенсорных сетей // Электросвязь. 2015. № 7. С. 9–11.
6. Kirichek R, Paramonov A., Koucheryavy A. Flying Ubiquitous Sensor Networks as a Quening System // Proceedings of the 17th International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT 2015 (Phoenix Park, Korea, July. 1–3), IEEE, 127–132.
7. Кучерявый Е. А., Баласубраманиям С. Интернет Нановещей и наносети // Электросвязь. 2014. № 4. С. 24–26.
8. Пирмагомедов Р. Я., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Бактериальные наносети // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 2 (10). С. 5–10. URL: <http://www.sut.ru/doc/nauka/review/2-15.pdf>
9. Кучерявый А. Е., Маколкина М. А., Киричек Р. В. Тактильный Интернет. Сети связи со сверхмальыми задержками // Электросвязь. 2016. № 1. С. 44–46.

References

1. Koucheryavy, A. Internet of Things // Electrosvyaz'. 2013. No. 1. pp. 21–24.

2. Koucheryavy, A., Prokopiev, A., Koucheryavy, Y. Self-Organizing Networks. SPb.: Lyubavich. 2011. 316 p.
3. Koucheryavy, A., Kirichek, R., Paramonov, A., Prokopiev, A. The Investigation Evolution in the Wireless Sensor Networks Area // Telecom IT. 2014. Vol. 4. pp. 29–41. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/4-14.pdf>
4. Koucheryavy, A., Vladyko, A., Kirichek, R., Paramonov, A., Prokopiev, A., Bogdanov, I., Dorts-Goltz, A. Flying Sensor Networks // Electrosvyaz'. 2014. No. 9. pp. 2–5.
5. Koucheryavy, A., Vladyko, A., Kirichek, R. Theoretical and Practical Research Trends in the Field of Flying Ubiquitous Sensor Networks // Electrosvyaz'. 2015. No. 7. pp. 9–11.
6. Kirichek, R., Paramonov, A., Koucheryavy, A. Flying Ubiquitous Sensor Networks as a Queuing System // 17th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2015. pp. 127–132. DOI: 10.1109/ICACT.2015.7224771.
7. Koucheryavy, Y., Balasubramaniam, S. Internet of Nanothings and Nanonetworks // Electrosvyaz'. 2014. No. 4. pp. 24–26.
8. Pirmagomedov, R., Kirichek, R., Koucheryavy, A. Bacterial Nanonetworks// Telecom IT. 2015. Vol. 2 (10). pp. 5–10. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/2-15.pdf>
9. Koucheryavy, A., Makolkina, M., Kirichek, R. Tactile Internet. Ultra Low Latency Communication Networks // Electrosvyaz'. 2016. No. 1. pp. 44–46.

Киричек Руслан Валентинович

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация,
kirichek@sut.ru

Маколкина Мария Александровна

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация,
makolkina@list.ru

Пирмагомедов Рустам Ярохмедович

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация,
its.pto@yandex.ru

Выборнова Анастасия Игоревна

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российской Федерации,
a.vybornova@gmail.com

Kirichek Ruslan

– Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation,
kirichek@sut.ru

Makolkina Maria

– Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation,
makolkina@list.ru

Pirmagomedov Rustam

– Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation,
its.pto@yandex.ru

Vybornova Anastasia

– Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation,
a.vybornova@gmail.com