

Wstęp

Mamy na celu omówienie przyszłości sieci bezprzewodowych, która rozpocznie się w następnej dekadzie. Wyjaśnimy historię telekomunikacji wszystkich generacji sieci telefonii komórkowej, analizując wyzwania i postępy w każdej epoce. To wprowadzenie ocenia również wkład społeczny, ekonomiczny i środowiskowy pokoleń bezprzewodowych, jaki do tej pory wniósł. Ponadto rozważana jest analiza Celów Rozwoju Społecznego zaproponowanych przez cele ONZ, które mają zostać ulepszone do 2030 r., co położy podwaliny pod plan przyszłej sieci bezprzewodowej. Na koniec włączono prezentację komunikacji, nawigacji, wykrywania i usług (CONASENSE) i strony wiedzy, aby umożliwić czytelnikom przewidzenie rodzaju aplikacji, które ludzkość powinna oczekiwać, że zaowocują w ciągu następnej dekady, obsługując 6G.

Tematy dotyczące Fundacji Mobilnej

We wstępie czytelnicy będą śledzić najnowsze dane i statystyki, które pokazują znaczenie komunikacji mobilnej na całym świecie. Zostaną również zaprezentowane z pozytywnym wpływem takich technologii na osoby fizyczne, przedsiębiorstwa, rząd i środowisko. Później zostaną przedstawione kluczowe motywacje forsowania takich innowacyjnych rozwiązań podczas każdej kolejnej generacji sieci komórkowych (od 1G do 5G) poprzez zapoznanie się z historią i stanem techniki poprzednich systemów komunikacji mobilnej. Zaczynając od pierwszej komercyjnej sieci komórkowej (1G), będziemy wyjaśniać wyzwania, jakie napotykają przy jej tworzeniu. Pomoże to czytelnikom zrozumieć historię innowacyjnych technologii i stworzyć odniesienie do matematycznej zasady Singularity, czyli przyspieszenia tempa rozwoju. Przechodząc po raz pierwszy od komunikacji analogowej do cyfrowej, będzie nadal wyjaśniać drugą generację komunikacji mobilnej i identyfikować gigantyczny skok technologiczny. Ponadto oceni, w jaki sposób sukces trzeciej rewolucji przemysłowej był podstawą trzeciej generacji sieci komórkowych, 3G, oraz w jaki sposób doprowadziło to do powstania generacji mobilnego Internetu. Kontynuując i przyglądając się jego następcy, 4G, zagłębimy się w to, w jaki sposób ta sieć umożliwiła różnorodne aplikacje multimedialne, od Fintech po usługi Peer-to-Peer, oraz w jaki sposób przekształciły one sposób handlu i komunikowania się ludzkości, budując gospodarkę mobilną. Na koniec bliższe spojrzenie na piątą generację komunikacji mobilnej, 5G, określi swoją odpowiedzialność za stworzenie czwartej rewolucji przemysłowej i powiązanie świata z rosnącym wykorzystaniem robotyki we wszystkich branżach. Zostaną przeanalizowane kluczowe tematy Connected Agendy 2030, łączące przemysł 4.0 i społeczeństwo 5.0. Pomoże to czytelnikom zbadać i docenić potrzebę nowej sieci poza 5G z perspektywy społecznej i technologicznej. Przyjrzymy się aktualnym tematom badawczym 6G i możliwym wskaźnikom KPI (Key Performance Index) w celu zapoznania się z aktualnymi problemami i możliwościami oraz zidentyfikowania możliwych ograniczeń. Zostanie przedstawiony opis obszarów badawczych związanych z architekturą 6G, który będzie zawierał szereg kluczowych dyskusji; Po pierwsze, częstotliwość radiowa i widmo optyczne zostaną wykorzystane do rozszerzenia zasięgu sieci radiowej 6G. Po drugie, połączenie Ultra Massive MIMO i nowego składnika chemicznego Graphene jest potrzebne do uzyskania szybkości transmisji danych w terabitach. Wreszcie, sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe będą wspierać mobilne przetwarzanie brzegowe 6G w radzeniu sobie z Big Data, zarówno na brzegu, jak i w rdzeniu sieci. Omówimy komunikację kwantową jako środek solidnego bezpieczeństwa dla sieci 6G. Będzie również analizować, jak zorkiestrować Blockchain, aby zabezpieczyć uwierzytelnianie typu end-to-end w komunikacji 6G. Przeanalizujemy przyszłe przypadki użycia sieci 6G; Ziemia-Ziemia, satelity Ziemia-konstelacja oraz bezprzewodowa komunikacja szerokopasmowa w przestrzeni kosmicznej. Podsumowując, zbadamy, w jaki sposób 6G połączy symbiozę cybernetyki i świata fizycznego, aby umożliwić stworzenie rozwiniętego społeczeństwa, znanego jako Społeczeństwo 5.0.

Narodziny mobilnego społeczeństwa

Omawiając sieci komórkowe, należy najpierw zrozumieć, jakie korzyści przynoszą ich użytkownikom. Aby to zrobić, musimy narysować powiązanie między usługami mobilnymi, stosowaną technologią i dostarczonymi usługami. Rozważając powstałe pozytywne trendy i stojące przed nimi wyzwania, możliwe jest zatem zaprojektowanie rozwiązań dla przyszłych sieci, które mogą przewyższyć obecne i doprowadzić do dalszego integracyjnego i innowacyjnego społeczeństwa. Wprowadzenie na rynek drugiej generacji sieci mobilnej 2G, znanej jako Global System Mobile (GSM), umożliwiło komunikację na całym świecie i opracowały nowe typy modeli biznesowych z możliwością wysyłania hipertekstu na sprzęt użytkownika (UE). Ponadto wprowadzenie na rynek trzeciej generacji komunikacji mobilnej 3G, znanej również jako Universal Mobile Telecommunication Systems (UMTS), stworzonej w ramach Projektu Partnerskiego Trzeciej Generacji (3GPP), zainauguowało zupełnie nową erę komunikacji bezprzewodowej, mobilny Internet. Internet mobilny był ogromnym postępem, który przyniósł zmiany techniczne i społeczne na całym świecie. Ten postęp był wynikiem wszystkich wysiłków włożonych w architekturę mobilnego dostępu szerokopasmowego przez 3GPP, który umożliwił korzystanie z Internetu w ruchu i wspierał rozwój UE z potężną mocą obliczeniową, wspierając aplikacje multimedialne w zasięgu sygnałów 3G. Według International Telecommunications Union (ITU) on Measuring The Information Society Report 2018, 3,9 miliarda ludzi na całym świecie jest podłączonych do Internetu, co stanowi 51,2% całej światowej populacji. W rzeczywistości liczby te wskazują na przepaść cyfrową i sugerują potrzebę wspierania integracji cyfrowej na całym świecie. Z tego samego raportu wynika, że na każdy 1% nowych abonentów mobilnego dostępu szerokopasmowego gospodarka wzrasta o 0,15%. W 2019 r., mimo że liczba abonentów telefonii komórkowej wzrosła o 5,2 mld użytkowników, nadal 3,8 mld osób na całym świecie nie miało dostępu do Internetu. Jednak wszechobecność dzisiejszych mobilnych sieci szerokopasmowych, takich jak sieci 5G i 6G, może przyczynić się do zmniejszenia tej przepaści cyfrowej. Dzięki odpowiednim inwestycjom w infrastrukturę, konkurencyjność i edukację moglibyśmy wykorzystać ich zalety i wspierać dalsze przystępne cenowo i dostępne mobilne usługi szerokopasmowe, aby zaspokoić wzrost liczby użytkowników mobilnych. W ten sposób sieci 3G odniosły taki sukces, promując narodziny aplikacji mobilnych i powstanie nowego rynku telefonów komórkowych, co doprowadziło do powstania smartfonów i zaawansowanych branż aplikacji. Połączone siły Internetu i komunikacji bezprzewodowej stworzyły następnie Mobilną Gospodarkę. Tabela 1 przedstawia wzrost abonentów komórkowych w ciągu ostatnich pięciu lat, pokazując podział regionów gospodarczych w oparciu o kraje rozwinięte, rozwijające się i najślabiej rozwinięte (LDC) oraz wyniki globalne.

Mobile-cellular telephone subscriptions/ Per 100 habitants - ITU	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Developed	↓ 122.0	→ 125.2	↑ 126.8	↑ 127.0	↑ 126.8	↑ 128.9
Developing	↓ 91.4	↓ 91.7	↓ 95.5	→ 99.0	→ 99.4	↑ 103.8
World	↓ 96.7	→ 97.4	→ 100.7	→ 103.6	→ 104.0	↑ 108.0
LDCs	↓ 63.1	↓ 66.4	↓ 66.5	→ 68.6	→ 70.8	↑ 74.9

Tabela 2 przedstawia wzrost abonentów na szerokopasmowe telefony komórkowe na całym świecie w ciągu ostatnich pięciu lat, z podziałem na regiony gospodarcze.

Active mobile-broadband subscriptions/Per 100 habitants - ITU	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Developed	↓ 81.1	↓ 91.0	→ 97.9	→ 103.6	↑ 115.1	↑ 121.7
Developing	↓ 27.5	↓ 35.7	↓ 42.9	→ 53.6	↑ 61.0	↑ 75.2
World	↓ 36.8	↓ 45.1	→ 52.2	→ 62.0	↑ 70.1	↑ 83.0
LDCs	↓ 10.3	↓ 14.7	→ 19.6	→ 24.2	↑ 28.9	↑ 33.1

Gospodarka mobilna, jak wiadomo obecnie, była odpowiedzialna za tworzenie milionów nowych miejsc pracy, przeobrażanie gospodarki, a zwłaszcza usuwanie milionów ludzi z nieformalnych stanowisk na formalne stanowiska. Tylko w 2019 roku Rynek Mobilny zatrudniał bezpośrednio 16 mln osób, a pośrednio 17 mln. Takie przykłady można znaleźć w aplikacjach mobilnych, takich jak usługi P2P (peer-to-peer) lub znane zasoby współpracy. Usługi P2P to „zdecentralizowany model, w którym dwie osoby wchodzi w interakcje, aby kupować lub sprzedawać towary i usługi bezpośrednio ze sobą lub wspólnie wytwarzać towary i usługi” - Investopedia . Niektóre przykłady usług P2P to carsharing, usługi dostawy żywności i e-commerce. Szerokie zastosowanie aplikacji usług mobilnych, od sieci społecznościowych po bankowość elektroniczną, przyczyniło się do dalszej popularyzacji rynku mobilnego, a przychody z aplikacji mobilnych wzrosły do 461 miliardów dolarów w 2019 r. Oczekuje się, że do 2023 r. wzrosną o 49%. Z tego punktu widzenia łatwo zrozumieć, że rynek aplikacji jest uzależniony od mobilnych usług szerokopasmowych w celu utrzymania dobrobytu gospodarczego i dalszego oferowania innowacji abonentom telefonii komórkowej.

Wyzwania

Dlatego inwestycja w infrastrukturę sieci komórkowej jest najważniejsza. Najnowszy raport dostarczony przez GSMA (GSM Association) pokazuje, że przychody operatorów telekomunikacyjnych w 2019 roku wyniosły 1,03 biliona dolarów i prawdopodobnie wzrosną do 1,14 biliona dolarów do 2025 roku. zainwestować 1 bln dolarów do 2025 roku, z czego duża część zostanie skupiona na infrastrukturze 5G. Przewiduje się, że podział rynku łączności dla sieci 4G i 5G będzie dystrybuowany na 25% połączeń 5G i 56% połączeń 4G. Jednocześnie należy wprowadzić środki zapewniające osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju do 2030 r. (SDGs), nakreślonych przez ONZ. Cele zrównoważonego rozwoju koncentrują się na siedemnastu strategicznych obszarach związanych z kwestiami społecznymi, środowiskowymi i gospodarczymi oraz sugerują, że technologia powinna odgrywać ostateczną rolę w ich przyszłym rozwoju. Technologia, z humanistycznym podejściem, może opierać się na zwrocie z inwestycji (ROI), a jednocześnie powinna być zaprojektowana tak, aby rozwiązywać wszystkie znane problemy ludzkości. Cele zrównoważonego rozwoju są następujące:

1. Aby wyeliminować biedę na całym świecie
2. Aby wyeliminować głód
3. Aby zapewnić dobre zdrowie i dobre samopoczucie
4. Aby oferować jakość w edukacji
5. Promowanie równości płci
6. Aby zaoferować czystą wodę i urządzenia sanitarne
7. Aby zapewnić przystępną i czystą energię
8. Zapewnienie godnej pracy i wzrostu gospodarczego
9. Oferować przemysł, innowacje i infrastrukturę
10. Zmniejszanie nierówności
11. Aby oferować zrównoważone miasta i społeczności
12. Oferować odpowiedzialną konsumpcję i produkcję
13. Aby przeciwdziałać zmianom klimatu

14. Aby chronić oceany i morza

15. Ochrona lasów i walka z pustynnieniem

16. Promowanie pokoju, sprawiedliwości i silnych instytucji

17. Ożywić globalne partnerstwo na rzecz zrównoważonego rozwoju

Obecnie i ze względu na pandemię COVID-19 nadchodząca najgorsza recesja gospodarcza od czasu Wielkiego Kryzysu niewątpliwie wpłynie na cele SDGs. Według ONZ już w 2020 roku światowa gospodarka zostanie zmniejszona o 3%, z dalszymi konsekwencjami w ciągu najbliższych kilku lat. Biorąc pod uwagę oświadczenie ONZ w sprawie odpowiedzi na COVID-19: „Żaden kraj nie jest w stanie samodzielnie przezwyciężyć tej pandemii. Globalna solidarność jest nie tylko imperatywem moralnym, ale leży w interesie wszystkich. W takich okolicznościach sieci komunikacji bezprzewodowej mogłyby wspierać obecną sytuację globalną i nadążać za celami SDGs. Na przykład komunikacja mobilna wspiera ograniczenie podróży, co bezpośrednio wpłynie na efekt cieplarniany. Jak opisała Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA), „Efekt cieplarniany to sposób, w jaki ciepło jest uwięzione blisko powierzchni Ziemi przez „gazy cieplarniane”. Gazy cieplarniane obejmują dwutlenek węgla, podtlenki azotu”. Jednak działalność człowieka w środowisku zwiększa emisje efektów cieplarnianych, bezpośrednio wpływając na zmiany klimatyczne. Jeśli infrastruktura mobilnej łączności szerokopasmowej rozszerzy się, aby dotrzeć do jeszcze większej liczby osób i firm, zmniejszy się potrzeba podróżowania lub zwiększy się wykorzystanie inteligentnych środków transportu. Łączność bezprzewodowa może zapewnić środki do prowadzenia wideokonferencji i zmniejszyć potrzebę obecności na obecnych spotkaniach, bezpośrednio zmniejszając emisję dwutlenku węgla. Innym przykładem zmniejszenia efektu cieplarnianego byłby wzrost handlu elektronicznego i przyspieszenie towarów bez konieczności podróżowania zarówno konsumenta, jak i sprzedawcy detalicznego w celu nabycia jakiegokolwiek produktu. Powyższe przykłady mogą zademonstrować wkład usług mobilnych i ulepszoną infrastrukturę telekomunikacji mobilnej w tworzenie lepszego świata. Niezbędne jest rozpoczęcie badań nad kolejnymi generacjami systemów komunikacji mobilnej, aby wnieść cały wkład ludzkości w następną dekadę. Jak wyjaśnił prof. Manuel Castells, „rozwój bez Internetu byłby równoznaczny z uprzemysłowieniem bez elektryczności w epoce przemysłowej. Dlatego często słyszane wypowiedzi o potrzebie rozpoczęcia od „prawdziwych problemów Trzeciego Świata” – oznaczających nimi: zdrowie, edukację, wodę pitną, elektryczność itd., zanim trafią do Internetu – ujawniają głębokie niezrozumienie aktualne pytania związane z rozwojem. Bo bez gospodarki i systemu administracji opartego na Internecie każdy kraj ma niewielkie szanse na wygenerowanie niezbędnych zasobów, aby sprostać swoim potrzebom rozwojowym, w sposób zrównoważony – zrównoważony pod względem gospodarczym, społecznym i środowiskowym.” Zgodnie z powyższym oświadczeniem rząd Japonii postanowił zapewnić bardziej humanistyczne podejście technologiczne, budując odpowiednią równowagę między celami humanocentrycznymi a technologią dla relacji społecznych następnej generacji, które nazwano Społeczeństwo 5.0. Społeczeństwo 5.0 jest bardziej integracyjne niż Przemysł 4.0. Społeczeństwo 5.0 nie traktuje technologii jako jedyne go środka zwrotu z inwestycji i wydajnego przemysłu z zerowaste. Zamiast tego wykorzystuje technologię „w celu zrównoważenia postępu gospodarczego z rozwiązywaniem problemów społecznych”. W ten sposób technologia staje się inkluzywna dla ludzi. Aby osiągnąć postęp zgodny z takimi ideałami i osiągnąć cele Society 5.0 oraz SDG ONZ, społeczność naukowa musi opracować bardziej zaawansowaną i innowacyjną sieć niż obecna sieć 5G. Nadszedł czas, aby zainwestować w budowę mapy drogowej przyszłej technologii sieci 6G, która będzie w stanie stanowić podstawę przyszłości humanocentrycznego i połączonego cyfrowo społeczeństwa. 6G wykorzysta innowacyjne technologie, aby zapewnić łączność bezprzewodową, bezprzewodową wierność (WI-FI), systemy konstelacji satelitarnych, sieci stacjonarne i prowadzić lepszy świat.

CONASENSE i przyszła komunikacja bezprzewodowa

Aby zrozumieć zawitości przyszłych przypadków użycia, które może obsługiwać 6G, należy omówić i omówić przykład i punkt wyjścia. Z tego powodu CONASENSE jest przedstawione tutaj. CONASENSE to akronim czterech kluczowych obszarów badawczych integracji komunikacji, nawigacji, wykrywania i usług. Badacze ze stowarzyszenia CONASENSE przewidzieli to na początku minionej dekady, około 2012 roku. Opublikowano na ten temat kilka artykułów i książek. Koncepcja CONASENSE opiera się na badaniach umożliwiających i integrujących główne obszary przedstawione w przyszłym społeczeństwie, które będzie żyć i doświadczać konwergencji przestrzeni cybernetycznej i fizycznej. Teoria ta koncentruje się na wzajemnych połączeniach systemów jako czynnikach umożliwiających współistnienie pięciu wymiarów (obecne trzy wymiary fizyczne, plus czas i świat cybernetyczny) jako nową rzeczywistość, aby zapewnić nowe usługi dla ludzkości. Każda część tej koncepcji wpływa na to, jak naukowcy myślą o nowych sieciach komunikacyjnych i ich współzależnych usługach. Poniżej prezentacja architektury CONASENSE:

Komunikacja: Ten obszar badawczy koncentruje się na sieci kognitywnej, która optymalizuje transmisję danych, oferuje wydajność energetyczną (nanogeneratory) oraz zaawansowaną kompresję danych i protokoły dla zdecentralizowanej, złożonej i heterogenicznej sieci.

Nawigacja: Zdolność przyszłych czujników do dostarczania wszystkim węzłom sieci dokładnego położenia w czasie i przestrzeni z dokładnością do centymetra ma kluczowe znaczenie dla kilku przyszłych aplikacji bezprzewodowych. Będzie to korzystne dla pojazdów autonomicznych do dronów i nanotechnologii stosowanych w medycynie. Dlatego Globalne Systemy Nawigacji Satelitarnej (GNSS) w połączeniu z innym czujnikiem zewnętrznym zaoferują 99,999% niezawodności i bezpieczeństwa dla takich usług.

Wykrywanie: Wykrywanie jest odpowiedzialne za oferowanie świadomości kontekstu dla danych wymienianych po obu stronach węzłów sieci. Ponadto oferowanie gwarantowanej transmisji danych i usług opartych na geolokalizacji. Z tej perspektywy komunikacja kwantowa i algorytmy semantyczne będą silnym kandydatem do udzielenia tej technicznej odpowiedzi.

Usługi: Istnieje kilka usług, z których można skorzystać, a żeby wymienić tylko kilka. Są latające samochody, drony i eksploracje kosmosu. Ocena architektury CONASENSE pokazuje, że 6G będzie kluczowe dla połączenia świata wirtualnego i fizycznego

Dom wiedzy w erze 6G

Knowledge Home oznacza Knowledge Human Bond Communication -Beyond 2050. Knowledge Home obejmuje koncepcję integracji pięciu zmysłów człowieka w celu interakcji ze środowiskiem i jego otoczeniem za pomocą technologii. Pięć ludzkich zmysłów to: wzrokowy, słuchowy, węchowy, smakowy i dotykowy. Te zmysły są odpowiedzialne za tworzenie ludzkiego narządu zmysłów, który umożliwia ludzkim komórkom zmysłowym odbieranie i przekazywanie informacji. Dlatego zasada Domu Wiedzy spowoduje, że wszystkie te bodźce sensoryczne będą komunikować się z siecią bezprzewodową, która może stworzyć interakcję prawie w czasie rzeczywistym ze wszystkimi ludźmi w sieci osobistej (PAN). Mając to na uwadze, dom, biuro, inteligentny transport, statek kosmiczny, a nawet stadion mogą oferować ludziom reakcje oparte na analizie tych pięciu zmysłów i interakcji, proponując odpowiednie reakcje zgodnie ze zmysłami uchwyconymi w obszarze PAN. Rodzaj odpowiedzi zapewnianych przez czujnik analizujący zmysły człowieka może być różny, od kontrolowania temperatury na podstawie reakcji ludzi w środowisku po kontakt z władzami w celu wsparcia osób znajdujących się w trudnej sytuacji w okolicy. Aby wszystko to stało się rzeczywistością, komunikacja międzyludzka (HBC) musi być obsługiwana przez solidną i inteligentną sieć, która

priorytetowo traktuje ruch danych o wysokiej jakości QoS. Dlatego dla takiej ilości ruchu danych generowanego przez czujniki i człowieka w rzeczywistym typie należy zaplanować inteligentną sieć.