

CERINȚE ȘI CAZURI DE UTILIZARE ALE TEHNOLOGIEI 6G

REQUIREMENTS AND USE CASES OF 6G TECHNOLOGY

Alexandru BADEA¹

¹Universitatea Politehnică București, Splaiul Independenței nr. 313, București, România
e-mail: Alexandru BADEA: alexsinaia@yahoo.com

Rezumat: Această lucrare prezintă cerințele pentru tehnologia rețelei fără fir pe care dorim să le atingem cu 6G după evoluția 5G. Pe lângă îmbunătățirea în continuare a cerințelor 5G, acestea sunt cerințe noi care nu au fost luate în considerare în 5G. Odată cu adăugarea de cerințe, aceasta va fi din ce în ce mai diversificată. În plus, ca și în cazul 5G, nu este necesar să se satisfacă toate cerințele în același timp. Cu toate acestea, noi combinații vor fi necesare pentru combinațiile de cerințe cerute de cazurile de utilizare.

Cuvinte cheie: tehnologie, comunicație, sistem, semnal, latență, inteligență artificială, rețea.

Abstract: This paper presents the requirements for wireless network technology that we want to achieve with 6G after the evolution of 5G. In addition to further improving the 5G requirements, these are new requirements that were not considered in 5G. With the addition of requirements, it will be more and more diverse. Furthermore, as with 5G, it is not necessary to satisfy all requirements at the same time. However, new combinations will be required for combinations of requirements required by use cases.

Keywords: technology, communication, system, signal, latency, artificial intelligence, network.

1. INTRODUCERE

Vitezele de comunicare mai mari și sistemele de comunicații cu capacitate mai mare sunt cerințe universale pentru toate generațiile de sisteme de comunicații mobile [1]. Se așteaptă ca 6G să atingă viteze de comunicare extrem de rapide și comunicații de foarte mare capacitate de care se pot bucura mulți utilizatori în același timp. Pe măsură ce viteza de comunicare se apropie de nivelul vitezei de procesare a informației a creierului uman, este posibilă nu numai transmiterea de imagini (vizuale și auditive) [2], dar și transmiterea de informații cu calitatea senzației corporale prin cele cinci simțuri reale, precum și simți atmosfera și sentimentul de securitate.



Fig. 1. Utilizarea tehnologiei de rețea fără fir vizată pentru 6G

Este posibil de asemenea să se realizeze extensii precum „comunicarea multi-senzorială” [3] care include percepția. Pentru a realiza astfel de servicii de comunicare de mare viteză și de mare capacitate fără precedent, interfața cu utilizatorul trebuie să o depășească și pe

cea a smartphone-urilor. De exemplu, se așteaptă să evolueze dispozitivele care reproduc holograme 3D [4] și terminale portabile, cum ar fi terminalele pentru ochelari. În plus, este de așteptat ca astfel de noi servicii senzoriale să fie partajate în timp real între mai mulți utilizatori prin comunicare de foarte mare capacitate și să fie realizate noi aplicații sincronizate, cum ar fi un sentiment de comunitate și de lucru cooperant în spațiul cibernetic.

Având în vedere tendințe precum cazurile de utilizare industrială și convergența ciber-fizică, este necesar să se transmită diverse informații din lumea reală în timp real către cloud și IA (inteligență artificială), care sunt „creierii” rețelei. Creșterile semnificative ale vitezei și capacității de comunicare sunt esențiale.

2. EXTENSIE ULTRA ACOPERIRE

Comunicațiile viitoare vor deveni la fel de banale ca aerul și vor deveni un colac de salvare la fel de important ca, dacă nu mai mult decât, electricitatea și apa. Ne propunem să extindem zona la maximum. Obiectivul este acoperirea totală a suprafeței terestre [5], iar în viitor, prin dezvoltarea de comunicații în alte medii, a tuturor zonelor care nu sunt acoperite de sistemele actuale de comunicații mobile, inclusiv aer, mare și spațiu.



Fig. 2. Cerințe pentru tehnologia de rețea fără fir vizată pentru 6G

Ca urmare, ne putem aștepta la extinderea în continuare a mediului de activitate al oamenilor și al lucrurilor și la crearea de noi industrii. De exemplu, cazurile de utilizare a logisticii, cum ar fi livrarea la domiciliu cu drone și cazurile de utilizare fără echipaj [6] și avansate în industriile primare, cum ar fi agricultura, silvicultura și pescuitul, sunt promițătoare. În viitor, se poate aștepta să se aplice cazurilor de utilizare viitoare în anii 2030, cum ar fi mașinile zburătoare, călătoriile în spațiu și călătoriile subacvatice.

Consumul redus de energie [7] și costul scăzut al rețelelor și terminalelor din sistemele de comunicații mobile sunt provocări importante pentru realizarea unei societăți durabile pe care lumea o urmărește în considerarea problemelor de mediu globale.

În rețea, presupunând că volumul comunicațiilor va crește în viitor, ne propunem să reducem semnificativ consumul de energie și costul necesar pe unitate de viteză de comunicare (bit). De exemplu, în cazul unei creșteri de 100 de ori a traficului de comunicații, investițiile de capital și costurile de operare trebuie reduse la mai puțin de 1/100 din costul pe bit pentru a obține atât performanță ridicată, cât și economie.

Mai mult, în viitor, ne putem aștepta la o lume în care terminalele nu trebuie să fie încărcate din cauza dezvoltării tehnologiei de alimentare care utilizează semnale wireless și tehnologie pentru a reduce consumul de energie al dispozitivelor. Având în vedere creșterea numărului de terminale precum senzori din cauza sofisticării convergenței ciber-fizice și a cazurilor de utilizare în care interfețele utilizatorului evoluează către dispozitive portabile, este de așteptat să crească nevoia acestui lucru.

3. LATENȚĂ ULTRA SCĂZUTĂ ȘI COMUNICARE ULTRA-FIABILĂ

În fuziunea ciber-fizică, comunicarea fără fir care conectează IA și dispozitivele poate fi comparată cu nervii care transmit informații la oameni. Pentru a realiza servicii de la distanță mai avansate în timp real și interactive bazate pe inteligență artificială, E2E (End to End) întotdeauna stabilă cu latență scăzută este o cerință de bază [8]. Scopul este de a obține o întârziere ultra-scăzută de 1 ms sau mai puțin în E2E. Drept urmare, este posibil să realizăm servicii care nu par ciudate prin furnizarea de feedback cu latență scăzută din spațiul cibernetic și pentru a permite dispozitivelor și roboților controlați de la distanță de IA să efectueze mișcări agile care sunt apropiate sau chiar le depășesc pe cele ale oamenilor. De asemenea, trebuie să ne așteptăm la o lume în care să putem răspunde ca și cum am citi subtilități. De exemplu, este posibil să controlăm de la distanță un robot folosind IA pentru a determina instantaneu ce dorește utilizatorul pe baza unor informații precum tonul vocii și expresiile faciale și pentru a răspunde clienților cu un nivel de sensibilitate egal sau mai mare decât acesta. Este de așteptat ca o astfel de comunicare cu latență ultra-scăzută să fie aplicată în diverse domenii, cum ar fi munca la distanță, operarea la distanță, îngrijirea medicală la distanță și educația la distanță.



Fig. 3. Comunicare ultra-fiabilă

Atunci când comunicația fără fir este utilizată pentru aplicații industriale și de salvare, fiabilitatea acesteia este o cerință importantă. Printre cazurile de utilizare industrială, în special, există cazuri în care calitatea și disponibilitatea comunicațiilor afectează foarte mult siguranța și productivitatea, cum ar fi controlul de la distanță al echipamentelor industriale și automatizările fabricilor. Prin urmare, realizarea unei comunicări ultra-fiabile este o cerință importantă pentru a asigura performanța și siguranța necesare, iar 6G este de așteptat să atingă un nivel și mai mare de fiabilitate decât 5G. Comunicarea ultra-fiabilă cu latență scăzută (URLLC) în 5G [9] este considerată a atinge o fiabilitate de până la 99,9999%, iar 6G este de așteptat să obțină o îmbunătățire cu o singură cifră, ca valoare țintă. În plus, rețelele specializate folosite în aplicațiile industriale [10-14], care sunt diferite de serviciile oferite de rețelele publice precum „5G local” atrag în prezent atenția, iar tehnologia URLLC pentru zone limitate, cum ar fi fabricile, este studiată în principal. Pe de altă parte, în viitor, odată cu răspândirea largă a roboților și a dronelor și extinderea acoperirii wireless în aer, în oceane și în spațiu, se crede că va fi necesară realizarea unei comunicări extrem de fiabile pe o zonă mai largă [15]. În plus, este necesar să existe o vedere mai holistică de la un capăt la celălalt, inclusiv informații despre fiabilitatea aplicațiilor.

În plus, atacurile cibernetice care implică interceptarea neautorizată a convorbirilor [16], falsificarea, negarea și manipularea neautorizată pot duce la furt, scurgere și invazia confidențialității proprietății și a informațiilor personale, întreruperi ale serviciului din cauza

defecțiunilor sistemului și chiar accidente care implică viața multor oameni, disfuncții ale activităților sociale și apariția terorismului. În contextul amenințărilor de securitate din ce în ce mai mari, cum ar fi sofisticarea atacurilor cibernetice și scurgerea de informații personale, este necesar să ofere apărări puternice și servicii de comunicații sigure pentru diferite rețele și terminale pentru diverse industrii și guverne.

4. CONEXIUNE MASIVĂ ȘI DETECȚIE

Pe măsură ce convergența ciber-fizică avansează, este de așteptat ca un număr mare de dispozitive legate de comunicarea dintre oameni și lucruri să devină larg răspândit, iar obiectivul final al 6G va fi de 10 ori mai mult decât cerințele 5G (10 milioane de dispozitive pe kilometru pătrat). Cu alte cuvinte, se vizează conexiuni multiple, astfel încât toți pasagerii dintr-un tren aglomerat să poată folosi aproximativ 1.600 de smartphone-uri și dispozitive portabile în același timp fără probleme. Se consideră că existența conexiunilor multiple, oferite de 6G, va fi o cerință pentru această tehnologie. Pentru oameni, există posibile cazuri de utilizare în care spațiul cibernetic poate să sprijine gândurile și acțiunile acestora în timp real prin dispozitive portabile și microdispozitive atașate corpului uman. În plus, tot felul de lucruri, cum ar fi vehicule și alte echipamente de transport, mașini și utilaje pentru construcții, mașini-unelte, utilaje complexe [10-14], camere de supraveghere și diferiți senzori, vor fi legate de spațiul cibernetic pentru a sprijini industria, transportul, rezolvarea problemelor sociale și siguranța, în scopul unei vieți sigure și prospere. Se speră că astfel modul de viață al populației se va îmbunătăți.

În era 6G, se crede că Metaverse va evolua la un nivel care este aproape același cu cel al lumii reale. Transformând Metaverse în imagini stereoscopice 3D realiste de înaltă definiție, este posibil să se experimenteze cu ușurință senzația de a călători. Când Metaverse se integrează cu lumea reală prin aplicarea practică a 6G, această conexiune poate deveni o bază pentru activitățile specifice diferitelor ramuri industriale productive [10-14].

În era 6G și Industry 5.0, încărcarea wireless pentru smartphone-uri ar putea deveni posibilă. Începând cu 2023, se cercetează un mecanism pentru furnizarea wireless de energie de la stațiile de bază ale operatorului de telefonie mobilă. Motivul pentru care acest mecanism este cercetat este că atunci când „6G” se răspândește, multe dispozitive vor realiza comunicații de mare capacitate și există riscul unei penurii de energie [17]. Dacă se poate realiza încărcarea fără fir, această soluție se va putea folosi fără a ne face griji cu privire la nivelul scăzut al bateriei.



Fig. 4. 6G crește numărul de sarcini pentru roboții

Se spune că în era „6G”, dispozitivele portabile vor evolua în continuare, iar dispozitivele care pot comunica prin reproducerea celor cinci simțuri ale atingerii, mirosului

și gustului vor apărea. De exemplu, când vii la mare pe Metaverse, simți mirosul valului. Lumea virtuală va deveni și mai realistă prin reproducerea mirosului, a gustului alimentelor și a senzației de a atinge lucruri.

În lumea în care „6G” a fost pus în practică, este de așteptat ca roboții să se răspândească în continuare și să-și extindă gama de activități. Cu 6G, comunicarea cu latență scăzută și transferul de informații despre locație de înaltă precizie sunt posibile, iar intervalul de comunicare este lărgit, așa că se spune că se poate realiza lucrări de înaltă precizie folosind roboți (acordarea de îngrijiri medicale, lucrări de modificare și dezvoltare la fabrici, livrare pe suprafețe mari folosind dronele). În acest fel, aplicarea practică a 6G nu numai că va crește numărul de sarcini pe care roboții le pot îndeplini, dar va reduce și costurile cu forța de muncă și transportul.

Într-o lume în care „6G” a fost pus în practică, se poate spune că va fi posibilă și comunicarea prin imagini 3D. Acest lucru se datorează faptului că în era „6G”, cantități și mai mari de comunicații de date sunt posibile. Începând cu 2023, apelurile video sunt principala modalitate de a comunica cu oamenii din locații îndepărtate. Într-o lume în care tehnologia „6G” a fost pusă în practică, se poate spune că vor fi posibile conversații în timp ce se proiectează imagini scanate 3D. De asemenea, folosind aceste tehnologii moderne, se poate facilita comunicarea de volume mari de date, și astfel, se pot introduce soluții software inteligente specifice ramurilor industriale/ingineresti [18-21].

CONCLUZII

Tehnologia „6G” este necesară pentru a realiza „o super extensie de acoperire” care permite comunicarea fără fir în toate locurile, cum ar fi zonele îndepărtate, în aer și oceanele îndepărtate, care nu au putut fi acoperite până acum. „Acoperirea” este intervalul în care pot fi livrate undele radio pentru comunicare.

Conexiunile masive și detecția sunt, de asemenea, funcții care trebuie realizate în „6G”. În 5G și 6G, tehnologia de detectare fără fir, în care undele radio ele însele devin senzori, atrage atenția. Ceea ce este necesar pentru 6G este crearea unui mediu care să reziste la conexiuni simultane de aproximativ 10 milioane de dispozitive pe kilometru pătrat. Un indicator similar era de aproximativ 100.000 de unități la momentul „4G” și de 1 milion de unități la momentul „5G”.

Latența ultra-scăzută este, de asemenea, importantă ca funcție care trebuie realizată în „6G”. „Latența ultra-scăzută” se referă la tehnologia care minimizează întârzierea comunicării între două părți (E2E) care comunică. Cu 6G, se încearcă reducerea decalajului de comunicare la mai puțin de 1 milisecundă. Eșecurile de comunicare sunt inacceptabile atunci când se efectuează conducerea complet automatizată sau în cazul telemedicinii. Pentru a opera aceste sisteme într-o stare și mai stabilă, este necesar să se obțină o latență ultra-scăzută.

Pe lângă funcțiile menționate până acum, tehnologia 6G este necesară și pentru a obține un consum de energie ultra-scăzut și un cost redus. Acest lucru se datorează faptului că se crede că societatea IoT va deveni și mai sofisticată până când 6G va fi realizat. Deoarece numărul de dispozitive din stațiile de bază de comunicații fără fir și terminalele de comunicație este de așteptat să crească rapid, este necesar să se controleze consumul de energie și să se reducă costul terminalelor în sine. În acest fel, chiar dacă aceste tehnologii sunt energofage [17], 6G își propune să fie ecologic și să ușureze folosirea comunicațiilor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] C. Virban, „Provocări ale tehnologiei 5G în materie de securitate”, Journal: INFOSFERA - Revista de studii de securitate și Informații pentru Apărare, Issue Year: XII/2020, Issue No: 4, pp. 39-48.

- [2] **S. Liao, L. Ou**, „*High-speed Millimeter-wave 5G/6G Image Transmission via Artificial Intelligence*”, 2020 IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), Hong Kong, 2020, pp. 655-657, doi: 10.1109/APMC47863.2020.9331653.
- [3] **S. Cherkaoui**, „*Research Landscape – 6G Networks Research in Europe*”, in IEEE Network, vol. 35, no. 6, pp. 4-6, November/December 2021, doi: 10.1109/MNET.2021.9687530.
- [4] **A. Bajpai, A. Balodi**, „*Role of 6G Networks: Use Cases and Research Directions*”, 2020 IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference (B-HTC), Vijiyapur, India, 2020, pp. 1-5,
- [5] **M. Abdel-Basset, L. Abdel-Fatah, K. A. Eldrandaly, N. M. Abdel-Aziz**, „*Enhanced Computational Intelligence Algorithm for Coverage Optimization of 6G Non-Terrestrial Networks in 3D Space*”, in IEEE Access, vol. 9, pp. 70419-70429, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3078585.
- [6] **B.D. Deebak, F.Al-Turjman**, „*Drone of IoT in 6G Wireless Communications: Technology, Challenges, and Future Aspects*”, in: Al-Turjman, F. (eds) Unmanned Aerial Vehicles in Smart Cities. Unmanned System Technologies. Springer, Cham.
- [7] **N. Hu, Z. Tian, X. Du, M. Guizani**, „*An Energy-Efficient In-Network Computing Paradigm for 6G*”, in IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 4, pp. 1722-1733, 2021.
- [8] **S.R. Das, S.S. Sarma, M. Khuntia, I. Roy, K. Sinha, B.P. Sinha**, „*A Novel Routing Strategy Towards Achieving Ultra-Low End-to-End Latency in 6G Networks*”, International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC) Vol.14, No.1, January 2022, pp. 1-24.
- [9] **P. Popovski, Č. Stefanović, J.J. Nielsen, E. Carvalh, M. Angjelichinoski, K.F. Trillingsgaard, A.S. Bana**, „*Wireless Access in Ultra-Reliable Low-Latency Communication (URLLC)*”, in IEEE Transactions on Communications, vol. 67, no. 8, pp. 5783-5801, Aug. 2019.
- [10] **A. Neacşa, D.B. Stoica**, „Aspects concerning the software applications in order to determine the technological systems reliability”, MOCM The 13th International Conference of Fracture Mechanics, 4 (13), 2007.
- [11] **A. Neacşa, N.N. Antonescu, D.B. Stoica**, „*Software Applications for Complex Technological Systems Reliability*”, Journal of the Balkan Tribological Association, 15 (1), 2009.
- [12] **A. Neacşa, D.B. Stoica, N.N. Antonescu, M.G. Petrescu**, „*Evaluation of technological systems reliability using software applications*”, ICMEN CONFERENCE, 2008.
- [13] **A. Neacşa, N.N. Antonescu, D.B. Stoica**, „*Modern Solutions for Selecting the Corresponding Machinery Dedicated to Technological Applications*”, Journal of the Balkan Tribological
- [14] **A. Neacşa, D.B. Stoica, N.N. Antonescu**, „*Studies on the Use of Implemented Databases on Web Platforms in Order to Verify Machines Compatibility with Working Conditions*”, Journal of the Balkan Tribological Association, 18 (4), 2014.
- [15] **Z. Zhang, Y. Xiao, Z. Ma, M. Xiao, Z. Ding, X. Lei, G.K. Karagiannidis, P. Fan**, „*6G Wireless Networks: Vision, Requirements, Architecture, and Key Technologies*”, in IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 14, no. 3, pp. 28-41, Sept. 2019, doi: 10.1109/MVT.2019.2921208.
- [16] **P. Porambage, G. Gür, D. P. Moya Osorio, M. Livanage and M. Ylianttila**, „*6G Security Challenges and Potential Solutions*”, 2021 Joint European Conference on Networks and Communications & 6G Summit (EuCNC/6G Summit), Porto, Portugal, 2021, pp. 622-627,
- [17] **M.G. Petrescu, A. Neacşa, E.V. Laudacescu, M. Tănase**. „*Energy in the Era of Industry 5.0—Opportunities and Risks*”. In: Machado, C.F., Davim, J.P. (eds) Industry 5.0. Springer, Cham, 2023.
- [18] **C.N. Eparu, A. Neacşa, A.P. Prundurel, R. Rădulescu, C. Slujitoru, N. Toma, M. Niţulescu**, „*Analysis of a high-pressure screw compressor performances*”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 595 (1), 2010.
- [19] **C.N. Eparu, S. Neacşu, A. Neacşa, A.P. Prundurel**, „*The comparative thermodynamic analysis of compressor’s energetic performance*”, Mathematical Modelling of Engineering Problems, 6 (1), 2019.
- [20] **C.N. Eparu, S. Neacşu, A. Neacşa**, „*Correlation of Gas Quality with Hydrodynamic Parameters in Transmission Networks*”, MATEC Web of Conferences, 290 (1), 2019.
- [21] **C.N. Eparu, S. Neacşu, A.P. Prundurel, R. Rădulescu, A. Neacşa**, „*Behaviour of transmission and distribution networks with big consumption, the stress test*”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 595 (1), 2019.