

A 6G CELLÁS HÁLÓZAT KONCEPCIÓINAK ÉS TECHNOLÓGIÁINAK ÁTTEKINTÉSE ÉS JÖVŐBELI ALKALMAZÁSI KÖRE

Rejwan Bin Sulaiman*1
School of Computer Science and
Technology
University of Bedfordshire
Vicarage St, Luton LU1 3JU

Amer Kareem*2
School of Computer Science and Technology
University of Bedfordshire
Vicarage St, Luton LU1 3JU

*1 - Rejwan.BinSulaiman@study.beds.ac.uk

*2 - Amer.Kareem@study.beds.ac.uk

ABSZTRAKT

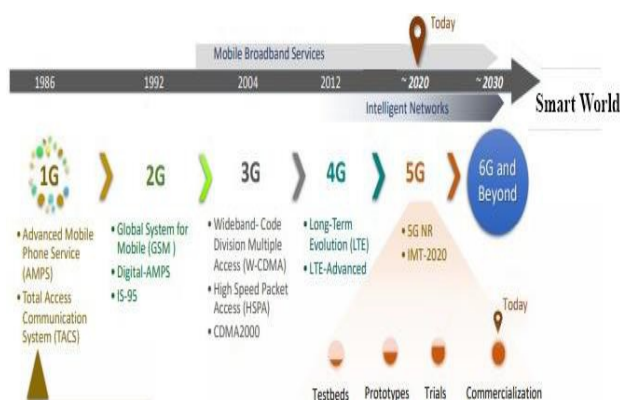
A világ kezd belemenni az 5G hálózat üzleti szintű megvalósításának gyakorlatába; vannak olyan kutatások, amelyek az 5G-n túli (B5G) és a 6G határokat fedik le. A 6G hálózat a nagyobb hatékonyság és a jobb teljesítmény koncepciójával. A hálózati hatékonyság iránti igény mindig is felfokozott volt, amelyet a szolgáltatás minősége és a rendelkezésre állás követ. A 6G hálózat technológiáját és koncepcióját a kutatók a mobilalkalmazások fejlődését és fejlődését figyelembe véve veszik figyelembe. Ez a tanulmány a 6G hálózat által követett különböző tendenciákat vizsgálja a működés és a hatékonyság szempontjából. Figyelembe veszi az architektúrális kialakítás használatát is, amelyet a feltörekvő technológiák kombinációja támogat, nevezetesen a gépi tanulás és a mesterséges intelligencia, a 3D-s lefedettség és a fejlett protokollok kombinációja, amelyek a nagyobb hatékonyságot ígérik.

Kulcsszavak: 6G hálózat, az 5G jövője, B5G, mobil architektúra, jövőbeli mobilhálózat, 6G

BEVEZETÉS

Az 5G hálózat különböző szabványainak kifejlesztése óta az 5G hálózat megvalósítását már megkezdték a különböző hálózati kapcsolatok, például az EE (az Egyesült Királyságban elsőként tesztelt), a Vodafone és az O2. Az 5G hálózat koncepciója és technológiái a korábbi generációkkal ellentétben sokkal jobb és hatékonyabb adatátviteli sebességgel, sebességgel, lefedettséggel, hálózati késleltetéssel és skálázhatósággal vezetnek be a világot [1]. Bár a mobilhálózat kereskedelmi forgalomba hozatalát a kutatás és a szabványok fejlesztése sikeresen követi, a kiépítési fázist követve a következő generációval kapcsolatos kutatás a digitális technológiában való előrehaladás nyomán követése érdekében határozza meg az utat. Bár az 5G hálózat megvalósítása a kezdeti szakaszban van, a kutatók már elkezdtek dolgozni a vezeték nélküli távközlés jövőbeli generációjának, azaz a 6G-nek a technikáin és szabványain. Az alábbi ábra szemlélteti a cellás hálózat generációját az időkeretet illetően:

1. ábra: A mobilhálózat fejlődése a 6G felé



Elektronikusan elérhető a következő címen:

<https://ssrn.com/abstract=3731869>

A vezeték nélküli hálózatok fejlesztésének elsődleges oka az alkalmazási követelmények és a skálázhatóság. A különböző ágazatokban használt alkalmazások fejlesztése

pl. orvosi, autonóm autók stb., amelyek az adatforgalom sokszorosát okozzák, így nagyobb hatékonyságot és késleltetést igényel a kommunikációs hálózaton.

Az alábbi oszlopdiagram a cellás adatforgalmat mutatja az idő múlásával:

2. ábra: a Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) forgalmi jelentése

A Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) egyik jelentése szerint a mobilhálózat 2030 végére eléri az 5 zettabájtot [2] 2. ábra. Az 5G hálózat többé-kevésbé egy évtizeden belül eléri a határait, ahogy azt az alkalmazások fejlődése és fejlődése előrevetíti. Ezért a



a következő generációs mobilhálózat bevezetéséhez műszaki megközelítésre van szükség.

cellás hálózatokhoz használják. Az alacsony földkörüli pályán (LEO) működő műholdak a lézerekkel és a rádiófrekvenciával (RF) kombinálva együttesen képesek

Characteristics	5G	6G
Individual data rate	1 Gbps	100 Gbps
DL data rate	20 Gbps	> 1 Tbps
U-plane latency	0.5 ms ¹	< 0.1 ms
C-plane latency	10 ms	< 1 ms
Mobility	up to 500 km/h	up to 1000 km/hr
DL spectral efficiency	30 bps/Hz	100 bps/Hz
Operating frequency	3 – 300 GHz ²	up to 1 THz

3. ábra: Különböző kulcsfontosságú teljesítménymutatók (KPI) az 5G és a 6G esetében

A 3. ábrán az Európai Távközlési Szabványügyi Intézet (ETSI) által közzétett kulcsfontosságú teljesítménymutatókat mutatjuk be. A 6G hálózat jelentős javulása az ultramagas adatátviteli sebesség, az ultraalacsony késleltetés, a skálázhatóság és a nagyobb globális lefedettség, valamint a nagyobb rendelkezésre állás, az elszámoltathatóság és a hitelesség koncepcióját kell követnie. Ez a dokumentum néhány olyan ötletet és technológiát tartalmaz, amelyeket a 6G hálózat tervezéséhez figyelembe vesznek.

6G HÁLÓZATI TECHNOLÓGIÁK

A meglévő hálózati spektrum az 5G technológiában nem képes elérni az ultra-nagy adatátviteli sebességet és az adatok hitelességét, amely kompenzálhatja a fejlett alkalmazásokat. Lényeges, hogy a jövőben nagy teljesítményű, megbízható és rendkívül alacsony késleltetésű kommunikációs koncepcióval rendelkezünk. A következő generáció egyik elsődleges szempontja a globális lefedettség kiterjesztése, beleértve a tengerszint alatti kommunikációt és a nagy magasságú adatátvitelt is. Az 5G infrastruktúrát figyelembe vevő mobilhálózat jelenlegi hálózati kialakítását figyelembe véve, annak vannak olyan hátrányai, amelyek nem követik a nagy magasságot, és nem képesek megfelelni a szükséges mélytengeri kommunikációs koncepciónak, amelyek a cellás kommunikáció jövőbeli alkalmazási körének elsődleges követelményei. A 6G hálózat együttműködik a nem földi hálózattal, hogy kiválóbb lefedettséget biztosítson [3]. A 3D-s lefedettség a műhold, a területi kommunikációs hálózat és a tengerszintű hálózat kombinálásával lehetséges.

- **Nagy áteresztőképességű műhold (HTS)**

A HTS-szolgáltatások az internet biztosításában vesznek részt, amely a költségeket és a sávzélességet figyelembe véve ugyanúgy földi szolgáltatásnak minősül. A kommunikációs műholdak többnyire geostacionárius pályán (GEO) keringenek, ami túlzott késedelmeket okoz, és rendkívül kevéssé megvalósítható a földi cellahálózatba való integrálás során. Másrészt a nem geostacionárius pályán keringő (NGSO) műholdak képesek alacsony késleltetést és nagyobb adatátviteli sebességet biztosítani az internet-hozzáférés globális lefedéséhez.

Az NGSO rendszer kereskedelmi megvalósítása, időre van szükség ahhoz, hogy ezt a kommunikációs médiumot a

elsősorban a hardver fizikai károsodását foglalják magukban.

alacsony késleltetésű kommunikációt biztosítanak, mint az optikai szálas hálózatok. Ezt olyan kommunikációban veszik figyelembe, ahol a távolságváltozások 1800-2000 mérföldet is meghaladnak [4]. Az űralapú hálózat képes nagyobb lefedettséget biztosítani, miközben megtalálja az űrbeli és a földi kommunikációt. A földi és a műholdas hálózati kommunikáció integrálására különböző új technológiák kerülnek bevezetésre. A szoftveresen definiált hálózat (SDN) és az információközpontú hálózat (ICN) bevezetésre került az űr-földi integrált hálózatba (STIN), amelynek előnyei a rugalmas hálózati vezérlés, a hatékony hálózati konfiguráció és a kis kérésű késedelem. [5] Ez a skálázhatóságot, a jobb hálózati lefedettséget, a rövidebb késleltetést és a rugalmas konfigurációt hozza fel.

- **Nagy és alacsony magasságú platform (HAP és LAP)**

A légi alapú hálózatokat LAP és HAP hálózatokra lehet osztani, ahol a helymeghatározás a néhány kilométeres alsó magasságon, illetve a sztratoszférán alapul. A LAP-alapú hálózattal ellentétben a HAP-alapú hálózat szélesebb hálózati lefedettséget jelent, másrészt a LAP-alapú hálózat a rövidebb hatótávolságú kommunikáción alapul, és könnyen telepíthető és konfigurálható [6]. Ezek a LAP-hálózatok támaszkodhatnak a pilóta nélküli légi járművekre (UAV), és a földi és a nem földi hálózat közötti kommunikációs médiumként működhetnek. Az UAV e tulajdonsága miatt elsődleges szempont a 6G cellás hálózat kiépítése során.

Ettől eltekintve az UAV-alapú mobilhálózat legfontosabb jellemzője, hogy életben tartja a cellakommunikációt olyan körülmények között is, amikor az infrastruktúra részben vagy egyáltalán nem működik. Az UAV-t ideiglenesen használják, különösen sürgős helyzetekben, másrészt, hogy ezt az UAV-alapú hálózatot más alkalmazásokban használják, még mindig vannak kérdések és akadályok a telepítésében [7]. Az UAV-alapú hálózatok nagyobb energiát fogyasztanak; ezért jobb tervezést igényel az útvonalválasztás és az energiahatékonyság növelése [8]. Másodsorban, a nagyobb adatátviteli sebesség miatt gyakori topológia-változások miatt hatékonyabb és fejlettebb protokollokra van szükség. Szükség van egy olyan hibrid protokollú kommunikációs rendszerre, amely potenciálisan leküzdheti a meglévő cellás hálózati generációk problémáit és aggályait.

- **Tenger alatti hálózatok**

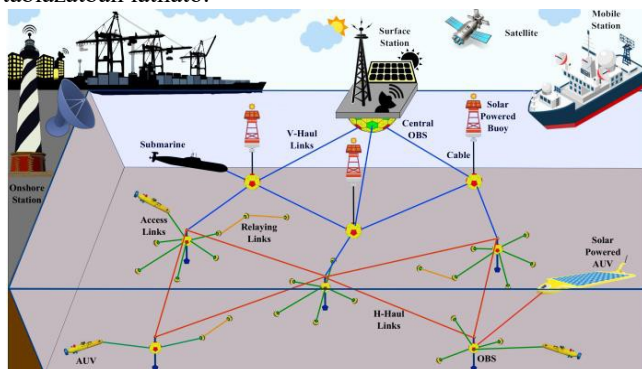
A 6G-hálózatnak a tengerszint alatti telepítésével kapcsolatban számos mítosz kering a jövőbeni fejlesztések részeként. A tenger alatti hálózat többnyire rádiófrekvenciás, akusztikus és optikai kommunikációs hálózatból áll. A tenger alatti telepítés összetettségét különböző kihívások és nehézségek követik, amelyek

Parameters	RF	Acoustic	Optical
Range	< 100 m	< 20 Km	100-200 m
Attenuation Factors	Frequency & Conductivity	Conductivity	Distance and inherent optical properties
Speed	2.25×10^8 m/s	1500 m/s	2.25×10^8 m/s
Tx. Power	≈ 100 W	≈ 10 W	≈ 1 W
Cost	High	High	Low
Data rate	< 0.1 Gbps	< 10 Kbps	< 10 Gbps
Antenna size	0.5 m	0.1 m	0.1 m
Latency	Moderate	High	Low

4. ábra: RF vs ACOUSTIC vs OPTICAL

mesterséges intelligencia és az edge computing technológiák integrációja nagyobb hatékonyságot, költségmegtakarítást és QoS-t eredményezhet [10] [11]. A mesterséges intelligencia az 5G-ben korlátozásokkal jár,

A három adatátviteli technológia összehasonlítása a fenti táblázatban látható.



5. ábra: 3D architektúra tervezése

A fenti 5. ábra mutatja a 3D-s architektúrát, ahol látható, hogy a tenger alatti érzékelők optikai hullámokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz, amelyeket a narancssárga vonal és a tenger alatti optikai bázisállomás (OBS) a zöld vonal mutat. Az azonos tengerszint-mélységű OBS-ek közötti kapcsolatot piros színű kapcsolatok jelzik. A nagyobb tengerszintű állomás mélységéből a felszíni állomásokhoz továbbított adatokat az alacsony mélységű OBS-ek továbbítják a kék színnel összekapcsolt OBS-eken. Ez azt jelenti, hogy a nagyobb mélységű OBS-ek nem kommunikálnak közvetlenül a felszíni vagy a feletti szintekkel. Az 5. ábra azt is szemlélteti, hogy a felszíni bójákat napenergiával is lehet működtetni, ami hatékonyan növelheti az energiahatékonyságot. Ettől eltekintve az autonóm víz alatti járművek (AUVV) és tengeralattjárók. Az OBS-szel is képezhetnek kommunikációs állomást. Így az információk a felszínről a rádiófrekvenciás átviteli mód segítségével továbbíthatók a parti állomáshoz. Az optikai kapcsolat nagyon nagy sebességű kapcsolatot képezhet, és az alacsony késleltetés ígéretes lehet. A fizikai összeköttetés nagyon fontos ebben a fajta összeköttetésben a megszakítás nélküli kapcsolat létrehozásához a tenger alatti hullámok, az optikai hullámok, az óceáni turbulencia stb. miatt. [17]

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FOGALMA

A mesterséges intelligencia (AI), pontosabban a gépi tanulás vonzza a kutatókat és az akademikusokat a mesterséges intelligencia cellás hálózatokban történő megvalósítására. Az ML jellemzőit a cellás 5G hálózatban [9] a TCP/IP modell különböző rétegeiben telepítették. A

mivel ez csak a hagyományos hálózati infrastruktúra fejlesztését jelenti, azonban az 5G architektúra létrehozásakor kezdetben figyelmen kívül hagyják a mesterséges intelligencia technológia teljes kapacitását. Az 5G hátrányának kiküszöbölése érdekében a 6G hálózati architektúrának átfogóbb megközelítést kell tartalmaznia a mesterséges intelligencia potenciális felhasználása tekintetében.

Mivel a hálózat összetettsége a különböző rendszer- és alkalmazási követelmények miatt egyre növekszik, szükség van olyan mesterséges intelligencia-alapú rendszerre, amely képes az öntudatos és önadaptív megoldást nyújtani [12]. Az intelligens rendszer megvalósítása nem korlátozódik a hálózat egészére. Ez magában foglalja a mesterséges intelligencia alkalmazását a hálózati struktúrában is, amely képes lehet a helyzet felismerésére és a megoldás hozzáigazítására. Az AI-alapú hálózati struktúra fő célja az autonóm szempontok beállítása, amelyeken a döntés a gépi tanulási technológiák felhasználásával alapul.

- **AI-alapú RITE**

A valós idejű intelligens élvonalra (RITE) a jövő generációjában van szükség, mivel ez magában foglalja az AI-alapú technológiák használatát. Ez hatékonyabban fogja támogatni a különböző szolgáltatásokat, amelyek jellemzően magukban foglalják az autonóm járműveket, ahol alapvető fontosságú az intelligens rendszer elfogadása, hogy valós idejű forgatókönyvben lehessen kereskedelmi forgalomba hozni. A jelenlegi központi felhőkezelő platformok által végzett adatkezelés meglehetősen korlátozott az ilyen típusú szolgáltatások követelményeinek teljesítéséhez. Ezért a RITE-ban a hatékony döntéshozatalhoz mesterséges intelligenciával működtetett rendszerre van szükség. Kutatók és befektetési vállalkozások. A Berkeley RISELabhoz hasonlóan elkezdtek vizsgálni a különböző technológiákat, amelyek a szabványoknak és szolgáltatásoknak megfelelő szoftveralkalmazások tervezéséhez alkalmazhatók [13]. A szoftvertervezés mellett a rendszer mesterséges intelligencia alapú technológiákkal történő működtetéséhez a hardveres szempontokat is figyelembe kell venni [14].

- **AI-alapú IR**

Az intelligens rádió (IR) az intelligens rendszer egyik kiemelkedő szempontja, amely a hardveren alapul, oly módon, hogy az adó-vevő automatikusan konfigurálódik a hardverről rendelkezésre álló információk alapján. Az IR képes hozzáférni a szabályozott átviteli teljesítményhez, és az AI-alapú technológiák felhasználásával részt vesz az átviteli protokollok beállításában is [15].

- **AI-alapú decentralizált rendszer**

A következő generációs mobilhálózat várhatóan

elosztott lesz, oly módon, hogy a döntéseket különböző szinteken hozzák meg. Ezt a rendszert követi majd a jobb megbízhatóság és rendelkezésre állás a hálózatban, miközben a számítások, a hálózatépítés és a vezérlés stb. több szempontjával foglalkozik. Ez az elosztott rendszer felhőalapú, ahol az összesített adatok biztonságban vannak, és a magánéletet soha nem hanyagolják el [16].

HÁLÓZATI PROTOKOLL ARCHITEKTÚRA

A jelenleg használt internetes protokollköteg struktúrája a TCP/IP modellen alapul, és az elmúlt négy évtizedben sikeresen használták a hálózati irányítás és az adatátvitel terén. A működésében elért hatalmas siker ellenére azonban még mindig vannak kihívások és nehézségek, amikor a jövő generációs hálózati alkalmazást veszik figyelembe. A TCP/IP felett egy új protokollt vezettek be. Quick UDP Internet Connections (QUIC), amely sikeresen leküzdött néhány kihívást, azonban még mindig hiányzik a hatékonyság ahhoz, hogy képes legyen megfelelni a jövő generációjának elvárt igényeinek. A TCP/IP modell hiányosságai miatt. Szükség van egy olyan protokollra, amely potenciálisan teljesíteni tudja a hátrányokat a jövő generáció szolgáltatásai felé.

Jelenleg a TCP/IP modellben a hálózati réteg a "fejléc" és a "hasznos teher" komponens követi, a jövőbeli szolgáltatások támogatásához elengedhetetlenek lesznek a metaadatok és az alkalmazási réteg különböző parancsai. Ezek a protokollok hasznosak lesznek a biztonság és a rugalmasság szempontjából, mivel a továbbítási és útvonalpolitikák rendkívül hatékonyak lesznek.

Hasonlóképpen, a szállítási réteg is elengedhetetlen az adatprioritás és az adatátvitel terén elért fejlődés elfogadásához, hogy kompenzálni tudja a jövőbeli igényeket. A nagyobb hatékonyság elérése érdekében javasolt a keresztaréteg, amely a szállítási réteg és az alkalmazási réteg kombinációja. Ennek a stratégiának az az előnye, hogy figyelembe veszi az alkalmazás igényeit, és így a teljes hálózati állapotot is biztosítja, ami a hatalmas hálózati forgalom által okozott torlódások minimalizálását eredményezheti. Az összevont réteg használata hatékonyabban csökkentheti az adattorlódást, mivel ez a kombináció figyelembe veszi az alkalmazás és a hálózati állapot követelményeit. Ezen túlmenően a keresztaréteg lebontja a végponttól végpontig tartó adatkapcsolat, adatáramlás fogalmát, így a hálózati architektúrát fejlettebb formába hozza a sima adatáramlás-multiplexelés követésével.[18] Az Amerikai Mobil Világkongresszus (MWCA) bejelentette

, hogy a következő generációs távközlési hálózati blokklánc-technológiát az architektúra tervezésének fontos részeként fogja figyelembe venni. A blokklánc természetéből adódóan, mint elosztott főkönyvi adatbázis, garantált az anonimitás és a biztonság. A biztonsági szempontok mellett a blokklánc technológia költséghatékony is lesz a decentralizált ellenőrzési mechanizmus miatt, amely lehetővé teszi a végfelhasználó számára, hogy közvetlenül hozzáférjen az adatokhoz, adminisztratív szabályozás és irányítás nélkül. [19]

Kiegészítésként a Blockchain lehetővé teszi az iparági kutatók számára, hogy azonos hitelesítési és engedélyezési rendszert kínálva egyesítsék rendszerüket.

A 6G MODELL ÉRTÉKELÉSE

A jövőben a mozgásban történő kommunikáció lesz a természetes adatátviteli módszer, amely magában foglalja a műhold és a szárazföld, valamint a szárazföld és a mélytenger közötti kommunikációt.[20] [21]. A NASA megoldotta

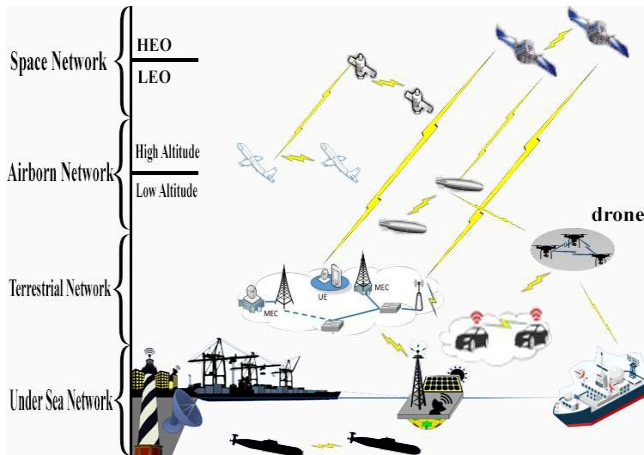
az ezer mérföldes távolsági kommunikáció problémája a DTN (delay disruption tolerant networking) segítségével. A NASA három kommunikációs eszközt használ az adatátvitelre és -fogadásra, ezek a Deep Space Network (DSN), a Near Earth Network (NEN) és a Space Network (SN) [22]. Ugyanezeket a technológiákat ki lehetne terjeszteni az űrből, a területről a víz alatti szintre, hogy nagyobb adatátviteli sebességet és alacsony késleltetést biztosítsanak széles lefedettség mellett. Lényeges, hogy a lefedettség minden szinten biztosítsuk a földi és a nem földi lefedettségi szintek között. A 6G-hálózat minden kommunikációs szintjét figyelembe véve négy fő kategóriába sorolható a 6G-kommunikáció nagyobb rendelkezésre állásának és átviteli teljesítményének biztosítása érdekében:

- Űrhálózat
- Légi hálózat
- Földi hálózat
- Víz alatti tenger

Az űrhálózat nagy áteresztőképességű műholdakból (HTS) áll, amelyek a rádiófrekvenciával együtt mindig rendkívül alacsony késleltetést biztosítanak a tengerszint feletti 1800-2000 mérföld közötti magasságban. A lefedettség nagyrészt magára az űrre terjed ki, és a frekvenciát a földön is használják a jobb jelek és a jobb erősség biztosítása érdekében. Ugyanakkor a nagy és kis magasságú tartományból (HAP és LAP) álló légi hálózat nagyobb átviteli sebességet biztosít a sztratoszférában, biztosítva a nagyobb rendelkezésre állást és az alacsonyabb késleltetést a tengerszintet érintő 5-20 mérföldes távolsági eltéréseken belül. A nagyobb adatátviteli sebesség és az alacsony késleltetés biztosítása érdekében a földi hálózat az egyik fontos szempont. A pilóta nélküli légi járművek, repülőgépek, helikopterek adatátviteli bázisállomásként használhatók, amelyek a troposzférától a sztratoszféráig (5-30 mérföldes távolságkülönbség) lefedettséget biztosíthatnak a földgolyóról. A földi szinten működtetett, ember által irányított hotspot, bázisállomások, ISP stb. különböző helyszíneken. A víz alatti hálózatot az óceánok és a víz alatti csatornák lefedettségének biztosítására használják (lásd az 5. ábrát). Az AUWV, a tengeralattjáró, a vízszint feletti járművek, mint például a hajó, a hajók mozgó adóállomásként működhetnek a négydimenziós 6G kommunikációs hálózat lefedése érdekében.

Kommunikációs átadás-átvétel

A javasolt ábra egy 4 dimenziós sematikus ábrázolás, amely a műholdról a mélytengeri szint alá történő adatátadást mutatja be.



technológiákat, adatátadásokat és módszereket, amelyek potenciálisan felhasználhatók a 6G hálózati architektúrában-. Mivel a mesterséges intelligencia alapú technológiák és a

A magas Föld körüli pályán (HEO) keringő műholdak az adatátvitel alapjául szolgálnának, és ez lenne az átvitel forrása az alacsony Föld körüli pályán (LEO) keringő műholdak felé. A kommunikáció következő fázisa a légi kommunikáció lesz, amely a lefedettség forrása lenne az olyan tárgyaknak, mint a drón, repülőgép stb. számára, és az átvitelt a földi sugárzás követi a mélytengeri szintű vevőkészülékig. Ez a 4 dimenziós adatátviteli szint, amely egyidejűleg működne, és az egész földkerekségen nagyobb adatátviteli sebességet biztosítana alacsony késleltetéssel.

A 6G hálózat működése a 6G hálózat általános modelljén alapul majd, amely a gépi tanulás és a mesterséges intelligencia technikáit használja a magasabb adatátviteli sebesség és az alacsony késleltetés ígéretes képességeinek biztosítása érdekében. Ezeket a mesterséges intelligencia-alapú technológiákat a hálózat minden szintjén alkalmaznák, a víz alatti tengertől az űrhálózatig. A legkézenfekvőbb AI-alapú technológiák az intelligens rádiózás (IR), amely az adó-vevő hardver automatikus konfigurációját eredményezi; hasonlóképpen a valós idejű intelligens perem (RITE) a különböző fejlődő ágazatokban, például az autonóm autókban használható, ahol a jelátviteli teljesítmény és a magasabb adatátviteli sebesség alapvető követelmény. A nagyobb rendelkezésre állás és fenntarthatóság biztosítása érdekében a 6G hálózati kommunikáción alapuló cellahálózat decentralizált rendszert fog használni, amelyet mesterséges intelligencia-alapú technológiák működtethetnek, és ez nagyszerű mennyország lehet a nagyobb biztonságot és rendelkezésre állást érintő alkalmazások számára.

KÖVETKEZTETÉS

Ahogy a világ fejlődik a digitális technológia területén, a következő generációs vezeték nélküli hálózatban is fejlődésre van szükség, mivel az adatok, jellemzően a multimédiás adatok, gyorsan nőnek a vezeték nélküli közegben. A 6G hálózat nagy forradalmat hoz a vezeték nélküli hálózatokban, ígéretes szolgáltatásminőséggel és fenntarthatósággal. Megvitatuk a különböző

néhány fejlődő hálózati protokoll-keretrendszer jelentősen növelheti a vezeték nélküli kapcsolatok hatékonyságát. A blokkláncot a vezeték nélküli cellás hálózatok világának egyik következő forradalmának is tekintik. Jelentősen javíthatja az adatok biztonságát. Mivel a munka még folyamatban van, és az 5G hálózat a kiépítés korai szakaszában van, és közben hatalmas kutatások folynak a következő generáció, azaz a 6G szabványainak és technológiáinak kifejlesztése érdekében. A cellahálózatok növekedését rövidesen a nagyobb hatékonysággal és biztonsággal várjuk.

Hivatkozások

- [1] D. Soldani és A. Manzalini, "Horizont 2020 és azon túl: A valódi digitális társadalom 5G operációs rendszeréről", *IEEE Veh. Technol. Mag.*, vol. no10., pp1., 32-42, Mar. 2015.
- [2] *IMT Traffic Estimates for the Years to20202030*, ITU-R SG05, Jul. 2015.
- [3] Z. Zhang, Y. Xiao, Z. Ma, M. Xiao, Z. Ding, X. Lei, G. K. Karagiannidis és P. Fan, "6G vezeték nélküli hálózatok: *IEEE Veh. Technol. Mag.*, vol. 14, no. 3, pp. 28-41, Sep. 2019.
- [4] M. Handley, "A késlekedés nem opció: in: "Az alacsony késleltetésű útválasztás a világűrben"," in *Proc. 17th ACM Workshop Hot Topics Netw.*, pp2018., 85-91.
- [5] Z. Liu, J. Zhu, C. Pan, and G. Song, "Satellite network architecture design based on SDN and ICN technology," in *Proc. 8th Int. Conf. Electron. Inf. Emergency Commun. (ICEIEC)*, Jun. pp2018., 124-131.
- [6] Y. Zeng, R. Zhang, and T. J. Lim, "Wireless communications with unmanned aerial vehicles: *IEEE Commun. Mag.*, vol. no54., pp5., 36-42, May 2016.
- [7] L. Gupta, R. Jain, and G. Vaszkun, "Survey of important issues in UAV communication networks," *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 18, no. 2, pp. 1123-1152, 2nd Quart, 2016.
- [8] Y. Zeng és R. Zhang, "Energy-efficient UAV communication with trajectory optimisation," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 16, no. 6, pp. 3747-3760, Jun. 2017.
- [9] R. Li, Z. Zhao, Z. Xuan, G. Ding, C. Yan, Z. Wang és H. Zhang, "Intelligent 5G: Amikor a cellás hálózatok találkoznak a mesterséges intelligenciával", *IEEE Wireless Commun.*, vol. no24., pp5., 175-183, Oct. 2017.
- [10] Z. Zhou, H. Liao, G. Gu, K. M. S. Huq, S. Mumtaz, and J. Rodriguez, "Robust mobile crowd sensing: When deep learning meets edge computing," *IEEE Netw.*, vol. no32., pp4., 54-60, Jul. 2018.
- [11] G. Li, G. Xu, A. K. Sangaiah, J. Wu és J. Li, "EdgeLaaS: Edge learning as a service for knowledge-centric connected healthcare," *IEEE Netw.*, közzétételre vár.
- [12] M. G. Kibria, K. Nguyen, G. P. Villardi, O. Zhao, K. Ishizu és F. Kojima, "Big data analytics, machine learning, and artificial intelligence in next generation wireless networks," *IEEE Access*, vol. pp6., 32328-32338, 2018.
- [13] RISELAB. *Valós idejű intelligens, biztonságos, magyarázható rendszerek.* [Online].
Elérhető: <https://rise.cs.berkeley.edu>
- [14] J. Fowers, K. Ovtcharov, M. Papamichael, T. Massengill, M. Liu, D. Lo, S. Alkalay, M. Haselman, L. Adams, M. Ghandi, S. Heil, P. Patel, A. Sapek, G. Weisz, L. Woods, S. Lanka, S. K. Reinhardt, A. M. Caulfield, E. S. Chung, and D. Burger, "A configurable cloud-scale DNN processor for real-time AI," in *Proc. ACM/IEEE Int. Symp. Comput. Archit.*, Jun. 2018, pp. 1-14.
- [15] C. Jiang, H. Zhang, Y. Ren, Z. Han, K.-C. Chen, and L. Hanzo, "Machine learning paradigms for next-generation wireless networks," *IEEE Wireless Commun.*, vol. no24., pp2., 98-105, Apr. 2017.
- [16] S. Samarakoon, M. Bennis, W. Saad, and M. Debbah, "Federated learning for ultra-reliable low-latency V2V communications," in *Proc. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM)*, december,

pp2018., 1-7.

- [17] Nasir Saeed, Abdulkadir Celik, Tareq Y. Al-Naffouri, Mohamed-Slim Alouini . "Víz alatti optikai vezeték nélküli kommunikáció, hálózatépítés és lokalizáció: A Survey", FEB 2018

- [18] M. F. Zhani és H. ElBakoury, "FlexNGIA: Rugalmas internetes architektúra a következő generációs tapintható internethez,'2019,' arXiv:1905.07137.
- [19] Rejwan Bin Sulaiman, Ameer Kareem Muhammad Umer Farooq, "Algoritmusok és biztonsági aggályok a Blockchain technológiában: Egy rövid áttekintés " DOI: 10.2139/ssrn.3234933I: , JAN 2018
- [20] Sharma S. K., Chatzinotas S. és Arapoglou P. D. (szerk.), Satellite Communications in the 5G Era, The Institution of Engineering and Technology, 2018.
- [21] Völk F. et al., "Satellite integration into 5G: Accent on first over-the-air tests of an edge node concept with integrated satellite backhaul," Future Internet, vol. 11, 17 pp, Sept. 2019.
- [22] <https://www.nasa.gov/content/dtn> [hozzáférés: 2020. május 13.]