



MCL

Mobile Communications &
Quantum Technologies Lab.

Mérési útmutató a Mobil Kommunikáció és Kvantumtechnológiák Laboratórium méréseihez

GeoNetworking protokoll mérés

Mérés helye:

Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Mobil Kommunikáció és Kvantumtechnológiák Laboratórium (MCL)
I.B.113.

Összeállította:

Jakó Zoltán
Knapp Ádám

A dokumentum utolsó módosítása:

2017. október 2.

1. Bevezetés

A járművek közti hatékony és biztonságos kommunikáció megvalósítása napjaink egyik izgalomokkal teli mérnöki kihívása. A járművek és az „infrastruktúra” közti folyamatos, közvetlen és gyors információcsere (a közlekedés valamennyi résztvevője között) csökkentheti a balesetek számát, hasznos információhoz juttathatja a vezetőket az úton pl. a várható közlekedési akadályokról, problémákról stb.

A mérés célja, hogy bemutassa a hallgatóknak a GeoNetworking protokollt és az általa nyújtotta lehetőségeket. A GeoNetworking protokoll az egyik legesélyesebb jelölt a világszinten egységes járművek, illetve járművek és infrastruktúra közötti kommunikációra. A GeoNetworking protokoll stack-et az ITRI (Industrial Technology Research Institute) az általa fejlesztett IWCU (ITRI Wave Communications Unit) kommunikációs egységen implementálta. A hallgatók a mérés során megismerkednek az IWCU egységgel, amelyen elvégzik a működéshez elengedhetetlenül szükséges konfigurációkat. Ezt követően a hallgatóknak lehetőségük adódik – az alkalmazásprogramozási interfészt (API) felhasználva – GeoNetworking kommunikációt megvalósító program(ok) megírására és kipróbálására. A mérés végső soron a mérnöki életben is gyakran előforduló feladat végrehajtására inspirálja a hallgatót, vagyis egy eddig ismeretlen eszközzel és protokollal kell megismerkednie korlátozott idő alatt.

1.1. Felkészülés a mérésre

- Figyelmesen olvassa el ezt a dokumentumot, melyben a méréssel kapcsolatos legfontosabb információkat találhatók meg!
- Az IWCU egységeken Linux operációs rendszer üzemel, ezért néhány alaputasítást célszerű feleleveníteni (lásd [1])! Megnézendő: dátum és idő beállítás, alap fájlműveletek terminálból, *ssh* és *scp* használata, *mc* használata, *gcc* használata, programok futtatása konzolból stb.
- Elevenítse fel a C programozási nyelvvel kapcsolatos tudását (pl. socket programozás)! Néhány hasznos weboldal itt: [2, 3].
- Válaszolja meg az ellenőrző kérdéseket!

2. Mérési elrendezés

A hallgatók a mérést önállóan végzik. A méréshez rendelkezésére áll egy darab PC, három darab ITRI IWCU v.4.4. (PowerPc e300 Big endian processzor) [4], illetve egy előre elkészített virtuális gép (*.ova fájl). A mérés elvégzéséhez a PC-n használandó programok a következők:

- PuTTY kliens,
- Virtualbox (ez futtatja az Ubuntu Linux virtuális gépet, amelyet a keresztfordításhoz („cross compile”) használunk),
- Notepad++, illetve bármilyen más C kód felismerésére alkalmas szövegszerkesztő/IDE használható,
- LibreOffice aktuális verziója a jegyzőkönyv elkészítéséhez.

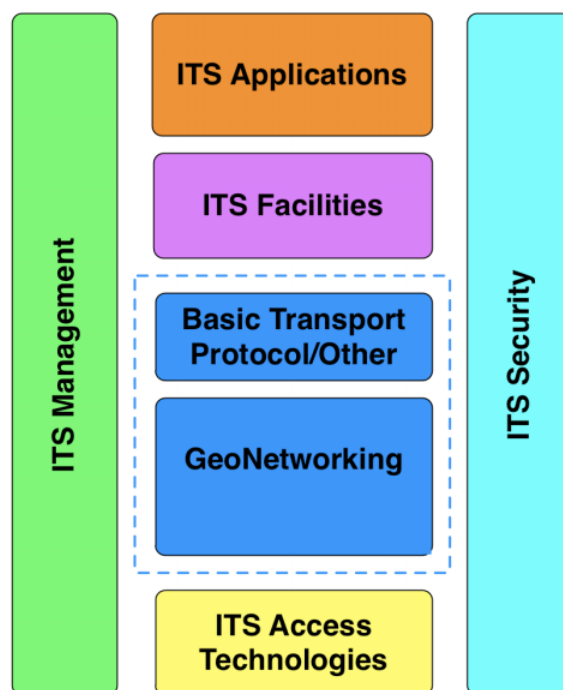
A PuTTY klienssel többek között az Ethernetre csatlakoztatott ITRI IWCU egységekkel lehet SSH kapcsolatot kialakítani. A mérések eszköze a számítógép. A mérést az ITRI IWCU 4.4 eszközökön és a számítógép segítségével végezzük, a jegyzőkönyv készítéséhez pedig a Libre Office aktuális verzióját kell használni, mely utóbbinak felhasználói szintű ismeretét feltételezzük.

A számítógéphez való **bejelentkezéshez** használja a **mcl / mcl** felhasználónév és jelszó párost. Bejelentkezést követően a labor oldaláról nyissa meg a mérési útmutatót (vagy akár az otthon kinyomtatott példányát is használhatja).

A méréshez használható jegyzőkönyv sablont is a labor weboldalán találja. A méréshez a Mobil Kommunikáció és Kvantumtechnológiák Laboratórium kijelölt hallgatói számítógépeit kell használni.

3. Elméleti összefoglaló

Ebben a fejezetben röviden ismertetjük a GeoNetworking, illetve a BTP alapú kommunikáció elméleti hátterét. Az 1 illusztrálja a protokoll stack-et, amiről szó lesz a következő alfejezetekben, illetve amivel a mérés során találkozunk.



1. ábra: ITS protokoll stack

3.1. 802.11p/WAVE/DSRC

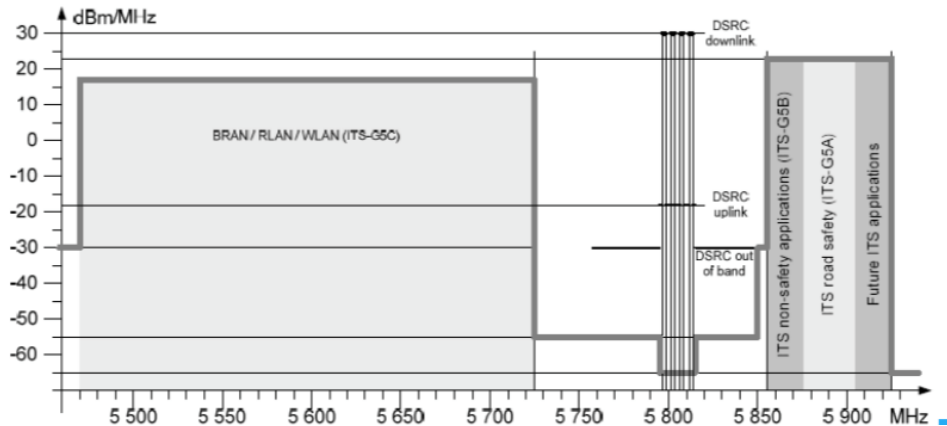
Európában és az Egyesült Államokban az 5,9 GHz frekvenciasávot jelölték ki a jármű-infrastruktúra (Vehicle-to-Infrastructure/V2I) és jármű-jármű (Vehicle-to-Vehicle/V2V) kommunikációra. A járművek közti vezeték nélküli kommunikáció (wireless access in vehicular environments – WAVE) az IEEE 802.11p szabványban van definiálva, amely a dedikált rövid hatótávú kommunikációs projektből lett kifejlesztve (dedicated short-range communications – DSRC). Az IEEE 802.11p OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) modulációt használ 10MHz széles csatornákkal, 3 – 27 Mb/s átviteli sebesség érhető el vele a moduláció és a kódarány függvényében.

Támogatott modulációk: BPSK, QPSK, 16QAM, 64 QAM, illetve kódolási arányok: 1/2, 2/3, 3/4.

Fejlett csatornavezérlési mechanizmusok (7 csatorna lásd a 2.): egy darab vezérlési csatorna a valós idejű biztonsági szolgáltatásokhoz és 6 szolgáltatási csatorna a nem biztonsági alkalmazásokhoz. Ezen belül az EU az 5,850 – 5,925 GHz (*ITSG5A*) frekvenciasávot allokálta az utak biztonságát és közlekedés hatékonyságát javító jármű alkalmazások számára (Intelligent Transport Systems/ITS road safety). A sok eltérő igényű alkalmazás különböző hálózati technológiák használatát eredményezi. A hálózati technológiákat az alábbi heterogén kommunikációs formák szerint csoportosíthatjuk:

- ITS-specifikus megoldások: **GeoNetworking** és **Basic Transport Protocol (BTP)**
- Általános protokollok: IPv6, TCP, UDP, IPv6

Frequency range	Usage	Regulation	Harmonized standard
5 905 MHz to 5 925 MHz	Future ITS applications	ECC Decision [i.9]	EN 302 571 [1]
5 875 MHz to 5 905 MHz	ITS road safety	ECC Decision [i.9], Commission Decision [i.13]	
5 855 MHz to 5 875 MHz	ITS non-safety applications	ECC Recommendation [i.7]	
5 470 MHz to 5 725 MHz	RLAN (BRAN, WLAN)	ERC Decision [i.8] Commission Decisions [i.11] and [i.12]	EN 301 893 [2]



2. ábra: Kijelölt frekvenciatartomány

Természetesen lehetőség van IPv6 over GeoNetworking architektúra kialakítására is. A mérés során a hallgatók a GeoNetworking és BTP protokollt fogják használni.

3.2. GeoNetworking protokoll

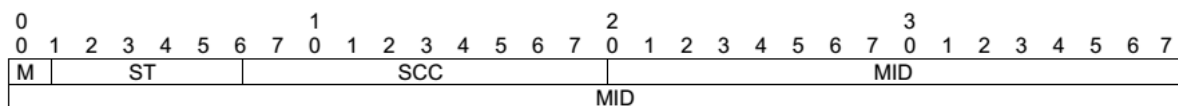
A GeoNetworking egy hálózatrétegbeli protokoll, mely legfontosabb tulajdonság geolokáció figyelembevétele az üzenetküldés és –terjesztés során. Segítségével IEEE 802.11p felett ad hoc hálózatokat hozhatunk létre, amikén ún. GeoNetworking csomagokat tudunk továbbítani, úgy hogy figyelembe vesszük küldő és címzett aktuális földrajzi pozícióját is. A csomagküldésben résztvevő egységeket (node-okat) GeoAdhoc router-nek nevezzük. A GeoNetworking célja kettős, egyrészt támogatja a kommunikációt az ITS állomások között, másrészt egy aktuális földrajzi környezetben tartózkodó járművek közötti kommunikáció valósítható meg általa. A mérésen kétféle ITS állomás típust különböztetünk meg (a többi a 3 látható):

- Road Side Unit (RSU): a V2I kommunikációban az infrastruktúrához tartozó kommunikációs egység, ezért nagyobb számítási kapacitással és jobb rádiós képességekkel rendelkezik, mint az OBU; pozíciója fix
- On-Board Unit (OBU): az járművekben elhelyezkedő kommunikációs egység; természetesen a járművekkel együtt változik a pozíciója

A GeoNetworking protokoll szolgáltatásokat (szervizeket) biztosít felsőbb rétegbeli protokolloknak, mint pl. az ITS Transport protocol vagy a Basic Transport Protocol.

3.2.1 GetNetworking címek

Minden GeoAdhoc router-nek egyedi ún. GeoNetworking címe van. Ez az egyedi cím a GeoNetworking csomag fejlécében található és általa azonosíthatóak az egyes GeoNetworking entitások.



Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Description
		First	Last		
1	M	Octet 0 Bit 0	Octet 0 Bit 0	1 bit unsigned integer	This bit allows distinguishing between manually configured network address (clause 9.2.1.3.2) (update) and the initial GeoNetworking address (clause 9.2.1.3.1). M is set to 1 if the address is manually configured otherwise it equals 0.
2	ST	Octet 0 Bit 1	Octet 0 Bit 5	5 bit unsigned integer	ITS-S type. To identify the ITS-S type. 0 - Unknown 1 - Pedestrian 2 - Cyclist 3 - Moped 4 - Motorcycle 5 - Passenger Car 6 - Bus 7 - Light Truck 8 - Heavy Truck 9 - Trailer 10 - Special Vehicle 11 - Tram 15 - Road Side Unit (see note 1).
4	SCC	Octet 0 Bit 6	Octet 1 Bit 7	10 bit unsigned integer	ITS-S Country Code (see note 2).
5	MID	Octet 2	Octet 7	48 bit address	This field represents the LL_ADDR.
NOTE 1: The values of the ITS-S type are aligned with ETSI TS 102 894-2 [i.7] "Applications and facilities layer common data dictionary".					
NOTE 2: The semantics of the SCC is deployment specific and therefore out of scope of the present document.					

3. ábra: GeoNetworking cím felépítése

Az első bit (**M**) annak meghatározására szolgál, hogy a GeoNetworking címet manuálisan állították e be (1 a bit értéke) vagy sem (0 a bit értéke). Az **ST** mező az ITS-S (ITS-Station) típusát adja meg például: autó. Az **SCC** mező az ITS-S országcódját tartalmazza. Végezetül a **MID** mező tartalmazza a hozzáférési hálózat címét, amely jelen esetben az ITS-G5 alatt nem más mint a 48 bites MAC cím (LL_ADDR – Low Level address).

3.2.2. GetNetworking adatstruktúrák

Minden GeoAdhoc router egy ún. lokációs táblát (LocT) tart karban. A táblában a többi, szomszédos, szintén GetNetworking protokollt használó, ITS-S állomás információi találhatóak. A tábla karbantartása megköveteli, hogy ha egy bejegyzés időbélyege lejár, akkor az törölődjön a táblából. A táblában található információkat a következő táblázat foglalja össze:

Adat	Magyarázat

<i>GN_ADDR</i>	Az ITS-S GeoNetworking címe
<i>LL_ADDR</i>	Az ITS-S alsóbb rétegbeli címe (MAC címe)
Type_ITS_S	Az ITS-S típusa (pl. vehicle ITS-S, roadside ITS-S)
GeoNetworking_version	Az ITS-S GeoNetworking verziója
PV	Hely vektor (Position vector). A vektor az alábbiakat tartalmazza: <ul style="list-style-type: none"> • Földrajzi pozíció $POS(GN_ADDR)$, • Sebesség $S(GN_ADDR)$, • Haladás iránya $H(GN_ADDR)$, • A földrajzi pozíció időbélyege $TST(POS, GN_ADDR)$, • Pozíció pontosság indikátor $P AI(POS, GN_ADDR)$.
<i>LS_PENDING(GN_ADDR)</i>	Location Service (LS) folyamatban van e?
<i>IS_NEIGHBOUR(GN_ADDR)</i>	Szomszédos a GeoAdhoc router
<i>SN(GN_ADDR)</i>	Szekvencia sorszám
<i>TST(GN_ADDR)</i>	Időbélyeg
<i>PDR(GN_ADDR)</i>	Packet data rate (csomagátviteli sebesség)

A csomag továbbítása a táblában található információk alapján történik meg.

3.2.3. GeoNetworking csomag felépítése

A szabvány alapján a GeoNetworking csomagokat két kategóriába csoportosíthatjuk: „single-hop” illetve „multi-hop” csomagok. A single-hop csomag típusok pl. a BEACON és a SHB, míg a multi-hop csomag típusra példa a GeoUnicast, TSB, GeoBroadcast, GeoAnycast, LS Request és a LS Reply.

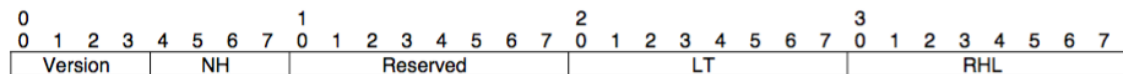
Egy általános (nem titkosított) GeoNetworking csomag felépítését az alábbi táblázat szemlélteti:

MAC fejléc	LLC fejléc	GeoNetworking fejléc (Basic header, Common header, Extended header)	Payload (opcionális)
------------	------------	---	-------------------------

- A MAC és LLC fejlécről (header) külön nem ejtünk szót a jelen dokumentumban. Ezekről bővebben az IEEE 802.11p szabványban találhatóak információk.
- A hasznos adat a csomag Payload részben kerül szállításra.
- A GeoNetworking fejléc három részből tevődik össze. Ezek az
 - általános (basic),
 - közös (common) és
 - kiterjesztett (extended) fejlécek.

A **kiterjesztett fejléc** (extended) tartalma és nagysága a csomag típusától függ. Részletesen az egyes GeoNetworking csomag típusoknál tárgyaljuk.

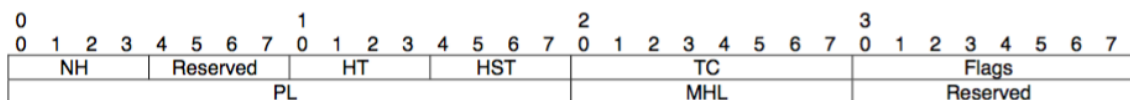
Az **alap fejléc** (Basic Header) felépítése minden csomag típus esetén azonos:



Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	Version	Octet 0 Bit 0	Octet 0 Bit 3	4 bit unsigned integer	n/a	Identifies the version of the GeoNetworking protocol.
2	NH	Octet 0 Bit 4	Octet 0 Bit 7	4 bit unsigned integer	n/a	Identifies the type of header immediately following the GeoNetworking Basic Header as specified in table 5.
3	Reserved	Octet 1	Octet 1	8-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
8	LT	Octet 2	Octet 2	8 bit unsigned integer	n/a	Lifetime field. Indicates the maximum tolerable time a packet can be buffered until it reaches its destination. Bit 0 to Bit 5: LT sub-field Multiplier. Bit 6 to Bit 7: LT sub-field Base. Encoded as specified in clause 8.6.4.
9	RHL	Octet 3	Octet 3	8 bit unsigned integer	[hops]	Decrement by 1 by each GeoAdhoc router that forwards the packet. The packet shall not be forwarded if RHL is decremented to zero.

4. ábra: A GeoNetworking alap fejléc felépítése

A **közös fejléc** (Common Header) 36 octet hosszú és a csomag küldőjének földrajzi pozícióját tartalmazza (24 octet). A közös fejrész felépítése minden csomag típus esetén azonos:



Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	NH	Octet 0 Bit 0	Octet 0 Bit 3	4 bit unsigned integer	n/a	Identifies the type of header immediately following the GeoNetworking headers as specified in table 8.
2	Reserved	Octet 0 Bit 4	Octet 0 Bit 7	4 bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
3	HT	Octet 1 Bit 0	Octet 1 Bit 3	4 bit unsigned integer	n/a	Identifies the type of the GeoNetworking header as specified in table 9.
4	HST	Octet 1 Bit 4	Octet 1 Bit 7	4 bit unsigned integer	n/a	Identifies the sub-type of the GeoNetworking header as specified in table 9.
5	TC	Octet 2	Octet 2	8 bit unsigned integer	n/a	Traffic class that represents Facility-layer requirements on packet transport. Encoding is specified in clause 8.7.5.
6	Flags	Octet 3	Octet 3	Bit field	n/a	Bit 0: Indicates whether the ITS-S is mobile or stationary (GN protocol constant <code>itsGnIsMobile</code>). Bit 1 to Bit 7: Reserved. Set to 0.
7	PL	Octet 4	Octet 5	16 bit unsigned integer	[octets]	Length of the GeoNetworking payload, i.e. the rest of the packet following the whole GeoNetworking header in octets, for example BTP + CAM.
8	MHL	Octet 6	Octet 6	8 bit unsigned integer	[hops]	Maximum hop limit. (see note)
9	Reserved	Octet 7	Octet 7	8 bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.

NOTE: The Maximum hop limit is not decremented by a GeoAdhoc router that forwards the packet.

5. ábra: A GeoNetworking közös fejléc felépítése

A legfontosabb mezők a fejlécben a következők:

- A **NH** (Next header) mező¹ mondja meg, hogy BTP-A, BTP-B, IPv6 a csomag típusa.
- A **HT** (Header type) mező a GeoNetworking csomag típusát adja meg az alábbi értékek szerint:

Header Type (HT)	Header Sub-type (HST)	Encoding	Description
ANY		0	Unspecified
	UNSPECIFIED	0	Unspecified
BEACON		1	Beacon
	UNSPECIFIED	0	Unspecified
GEOUNICAST		2	GeoUnicast
	UNSPECIFIED	0	Unspecified
GEOANYCAST		3	Geographically-Scoped Anycast (GAC)
	GEOANYCAST_CIRCLE	0	Circular area
	GEOANYCAST_RECT	1	Rectangular area
	GEOANYCAST_ELIP	2	Ellipsoidal area
GEOBROADCAST		4	Geographically-Scoped broadcast (GBC)
	GEOBROADCAST_CIRCLE	0	Circular area
	GEOBROADCAST_RECT	1	Rectangular area
	GEOBROADCAST_ELIP	2	Ellipsoidal area
TSB		5	Topologically-scoped broadcast (TSB)
	SINGLE_HOP	0	Single-hop broadcast (SHB)
	MULTI_HOP	1	Multi-hop TSB
LS		6	Location service (LS)
	LS_REQUEST	0	Location service request
	LS_REPLY	1	Location service reply

6. ábra: A fejléc típus mező lehetséges értékei

1 Megjegyzés: NH mező egyébként az alap fejlécben is megtalálható.

Látható, hogy bizonyos fejléc típusokban altípusok is találhatóak (ún. Header Sub-type). A GeoAnycast és GeoBroadcast csomagtípus esetén megadható, hogy az üzenetek által „lefedett terület” milyen alakú (kör, téglalap, ellipszis) és méretű legyen.

Ha két GeoAdhoc router látja egymást (vagyis a rádiós lefedettségben belül tartózkodik), ettől még nem biztos, hogy csomagküldésben (routolásban) is részt vesz. Amennyiben a forrás GeoAdhoc node GeoNetworking arénája például egy ellipszis és a másik GeoAdhoc node pedig ezen az ellipszisen kívül tartózkodik, akkor nem jelenik meg a GeoAdhoc router lokációs táblájában, így pedig a csomag routolásában sem vesz részt. Ugyanakkor rádiós szempontból látják egymást.

GeoUnicast (GUC) csomag fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	<i>Basic Header</i>	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	<i>Basic Header</i> as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	<i>Common Header</i>	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	<i>Common Header</i> as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	<i>SN</i>	Octet 12	Octet 13	16-bit unsigned integer	n/a	Sequence number field. Indicates the index of the sent GUC packet (clause 7.3) and used to detect duplicate GeoNetworking packets (annex A).
4	<i>Reserved</i>	Octet 14	Octet 15	16-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
5	<i>SO PV</i>	Octet 16	Octet 39	Long position vector	n/a	Long Position Vector containing the reference position of the source as specified in clause 8.5.2 (Long Position Vector). Length: 24 octets.
6	<i>DE PV</i>	Octet 40	Octet 59	Short position vector	n/a	Short Position Vector containing the position of the destination. It shall consist of the fields as specified in clause 8.5.3 (Short Position Vector). Length: 20 octets.

7. ábra: A GeoUnicast csomag felépítése

Topologically Scoped Broadcast (TSB) csomag fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	<i>Basic Header</i>	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	<i>Basic Header</i> as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	<i>Common Header</i>	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	<i>Common Header</i> as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	<i>SN</i>	Octet 12	Octet 13	16-bit unsigned integer	n/a	Sequence number field. Indicates the index of the sent TSB packet (clause 7.3) and used to detect duplicate GeoNetworking packets (annex A).
4	<i>Reserved</i>	Octet 14	Octet 15	16-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
5	<i>SO PV</i>	Octet 16	Octet 39	Long Position Vector	n/a	<i>Long Position Vector</i> containing the reference position of the source as specified in clause 8.5.2 (Long Position Vector). Length: 24 octets.

8. ábra: A Topologically Scoped Broadcast csomag felépítése

Single Hop Broadcast (SHB) csomag fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	<i>Basic Header</i>	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	<i>Basic Header</i> as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	<i>Common Header</i>	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	<i>Common Header</i> as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	<i>SO PV</i>	Octet 12	Octet 35	Long Position Vector	n/a	<i>Long Position Vector</i> containing the reference position of the source. It shall carry the fields as specified in clause 8.5.2 (Long Position Vector). Length: 24 octets.
4	<i>Reserved</i>	Octet 36	Octet 39	32-bit unsigned integer	n/a	Reserved for media-dependent operations. If not used, it shall be set to 0. (see note).

NOTE: With ITS-G5 as specified in ETSI TS 102 636-4-2 [i.2], the field is used to transmit DCC-related information.

9. ábra: A Single Hop Broadcast csomag felépítése

Geographically-Scoped Anycast (GBC) és Geographically-Scoped Broadcast (GAC) csomagok fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	<i>Basic Header</i>	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	<i>Basic Header</i> as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	<i>Common Header</i>	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	<i>Common Header</i> as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	<i>SN</i>	Octet 12	Octet 13	16-bit unsigned integer	n/a	Sequence number field. Indicates the index of the sent GBC/GAC packet (clause 7.3) and used to detect duplicate GeoNetworking packets (annex A).
4	<i>Reserved</i>	Octet 14	Octet 15	16-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
5	<i>SO PV</i>	Octet 16	Octet 39	Long position vector	n/a	<i>Long Position Vector</i> containing the reference position of the source as specified in clause 8.5.2 (Long Position Vector). Length: 24 octets.
6	<i>GeoAreaPos Latitude</i>	Octet 40	Octet 43	32-bit signed integer	[1/10 micro-degree]	WGS 84 [i.10] latitude for the centre position of the geometric shape as defined in ETSI EN 302 931 [7] in 1/10 micro degree.
7	<i>GeoAreaPos Longitude</i>	Octet 44	Octet 47	32-bit signed integer	[1/10 micro-degree]	WGS 84 [i.10] longitude for the centre position of the geometric shape as defined in ETSI EN 302 931 [7] in 1/10 micro degree.
8	<i>Distance a</i>	Octet 48	Octet 49	16-bit unsigned integer	[m]	Distance a of the geometric shape as defined in ETSI EN 302 931 [7] in metres.
9	<i>Distance b</i>	Octet 50	Octet 51	16-bit unsigned integer	[m]	Distance b of the geometric shape as defined in ETSI EN 302 931 [7] in metres.
10	<i>Angle</i>	Octet 52	Octet 53	16-bit unsigned integer	[°]	Angle of the geometric shape as defined in ETSI EN 302 931 [7] in degrees from North.
11	<i>Reserved</i>	Octet 54	Octet 55	16-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.

10. ábra: A Geographically-Scoped Anycast és Geographically-Scoped Broadcast csomag felépítése

BEACON csomagok fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	<i>Basic Header</i>	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	<i>Basic Header</i> as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	<i>Common Header</i>	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	<i>Common header</i> as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	<i>SO PV</i>	Octet 12	Octet 35	Long Position Vector	n/a	<i>Long Position Vector</i> containing the reference position of the source. It shall carry the fields as specified in clause 8.5.2 (Long Position Vector). Length: 24 octets.

11. ábra: A BEACON csomag felépítése

Location Service (LS) Request csomagok fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	Basic Header	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	Basic Header as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	Common Header	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	Common Header as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	SN	Octet 12	Octet 13	16-bit unsigned integer	n/a	Sequence number field. Indicates the index of the sent LS Request packet (clause 7.3) and used to detect duplicate GeoNetworking packets (annex A).
4	Reserved	Octet 14	Octet 15	16-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
5	SO PV	Octet 16	Octet 39	Long position vector	n/a	Long Position Vector containing the position of the source as specified in clause 8.5.2 (Long Position Vector). Length: 24 octets.
6	Request GN_ADDR	Octet 40	Octet 47	64-bit address	n/a	The GN_ADDR address for the GeoAdhoc router entity for which the location is being requested.

12. ábra: A Location Service Request csomag felépítése

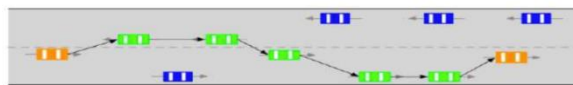
Location Service (LS) Reply csomagok fejléc felépítése:

Field #	Field name	Octet/bit position		Type	Unit	Description
		First	Last			
1	Basic Header	Octet 0	Octet 3	Basic Header	n/a	Basic Header as specified in clause 8.6. Length: 4 octets.
2	Common Header	Octet 4	Octet 11	Common Header	n/a	Common Header as specified in clause 8.7. Length: 8 octets.
3	SN	Octet 12	Octet 13	16-bit unsigned integer	n/a	Sequence number field. Indicates the index of the sent LS Reply packet (clause 7.3) and used to detect duplicate GeoNetworking packets (annex A).
4	Reserved	Octet 14	Octet 15	16-bit unsigned integer	n/a	Reserved. Set to 0.
5	SO PV	Octet 16	Octet 39	Long position vector	n/a	Long Position Vector containing the reference position of the source, which represents the Request GN_ADDR in the corresponding LS Request, as specified in clause 8.5.2. (Long Position Vector). Length: 24 octets.
6	DE PV	Octet 40	Octet 59	Short position vector	n/a	Short Position Vector containing the reference position of the destination. It shall carry the fields as specified in clause 8.5.3 (Short Position Vector). Length: 20 octets.

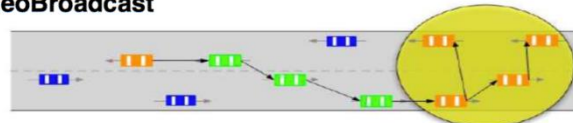
13. ábra: A Location Service Reply csomag felépítése

Néhány fontos üzenettípus működését szemlélteti a 14:

- **GeoUnicast**



- **GeoBroadcast**



- **Topologically-scoped broadcast**



Source: ETSI TS 102 636-1 v1.1.1

Industrial Technology Research Institute

14. ábra: Különböző üzenettípusok működési elve

A topológia alapú üzenetszórás esetén csak a megadott környezetben található node-ok kapják meg a csomagot. GeoUnicast esetén egy unicast üzenetet küld a node egy másiknak. Míg

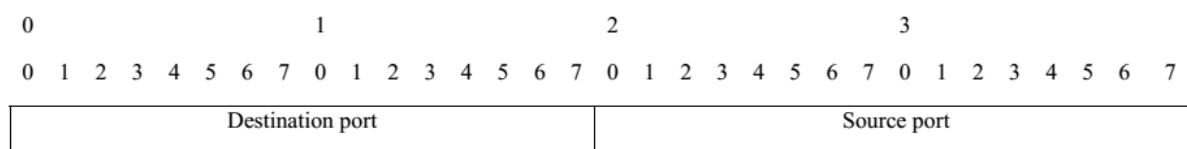
GeoBroadcast esetén egy földrajzi területre koncentrálhatjuk az üzenetet, ami mindenki számára érdekes lehet, pl. baleset, forgalmi akadály, beláthatatlan útszakasz esetén.

3.3. Basic Transport Protocol (BTP)

A BTP datagram alapú, kapcsolatmentes (connectionless), végponttól-végpontig tartó (end-to-end) összeköttetést biztosít az ITS ad hoc hálózatban az egyes entitások között. A protokoll a GeoNetworking-re épül, a GeoNetworking réteg felett helyezkedik el. Két típust különböztetünk meg ezek a **BTP-A** és **BTP-B**. A BTP-A típust interaktív/kétirányú csomagtovábbításra használják, míg a BTP-B típust a nem interaktív/egyirányú esetben. Ahogy arról korábban szó volt a GeoNetworking fejlécben található Next Header mezőben definiáljuk, hogy BTP-A vagy BTP-B fejléct tartalmaz a csomag.

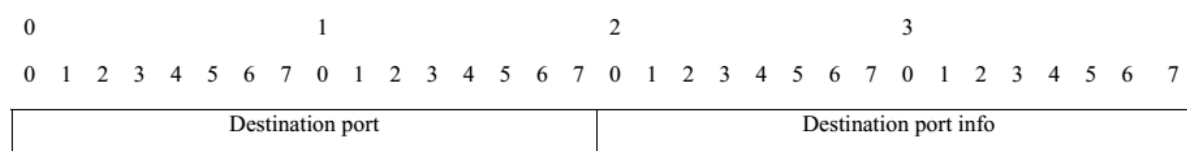
MAC fejléc	LLC fejléc	GeoNetworking fejléc (Basic header, Common header, Extended header)	BTP fejléc (BTP-A vagy BTP-B)	Payload (opcionális)
------------	------------	--	--	-------------------------

BTP-A fejléc felépítése:



Az interaktív kommunikáció miatt a fejlécnek tartalmaznia kell egy forrás portot, ahová a válasz érkezik.

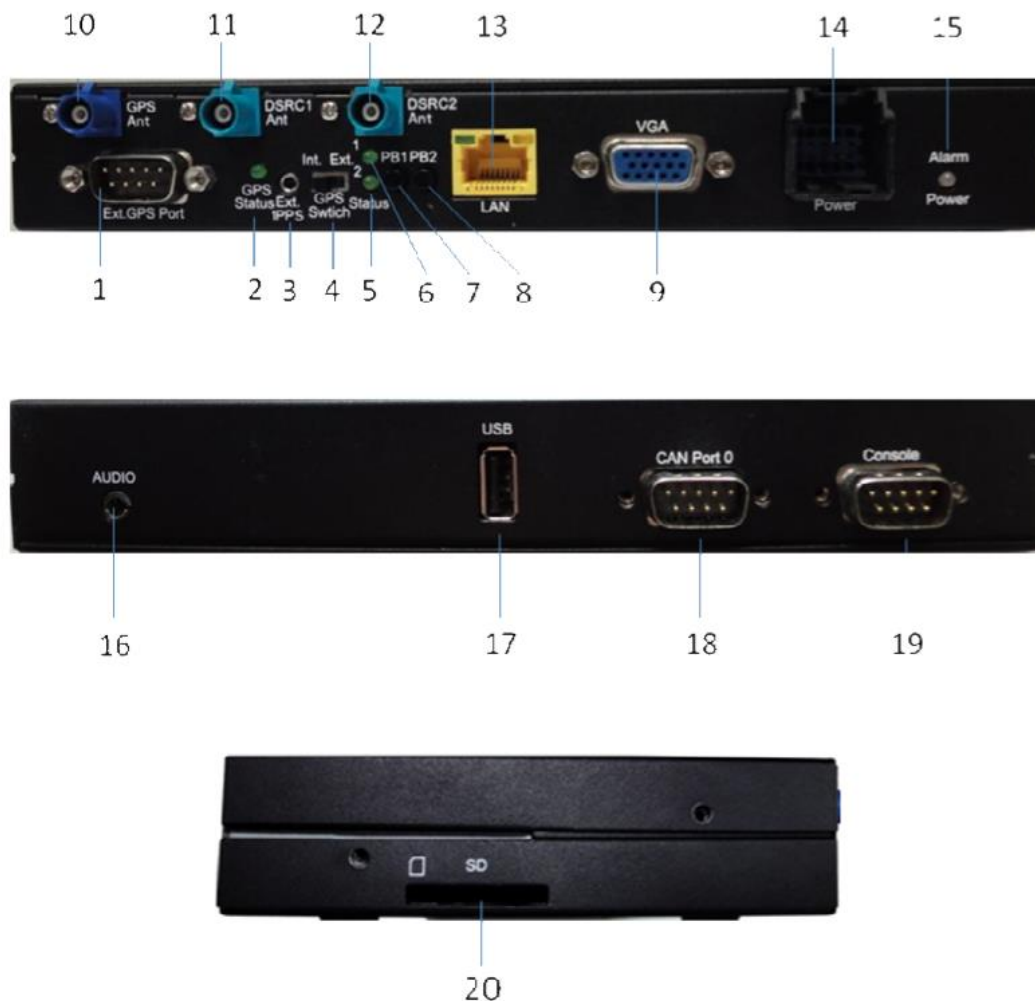
BTP-B fejléc felépítése:



A BTP-B nem interaktív kommunikációra alkalmazzák, ezért forrás port nincs.

4. ITRI WAVE/DSRC (IWCU) felhasználói útmutató

Az ITRI IWCU egységeken PowerPC e300 (32 bites Big Endian) típusú processzor található. A PowerPC az Apple, az IBM és a Motorola összefogásából született RISC elvű processzor-architektúra. Az egységeken natív Linux operációs rendszer üzemel, a kernel verziója 2.6.32.45.

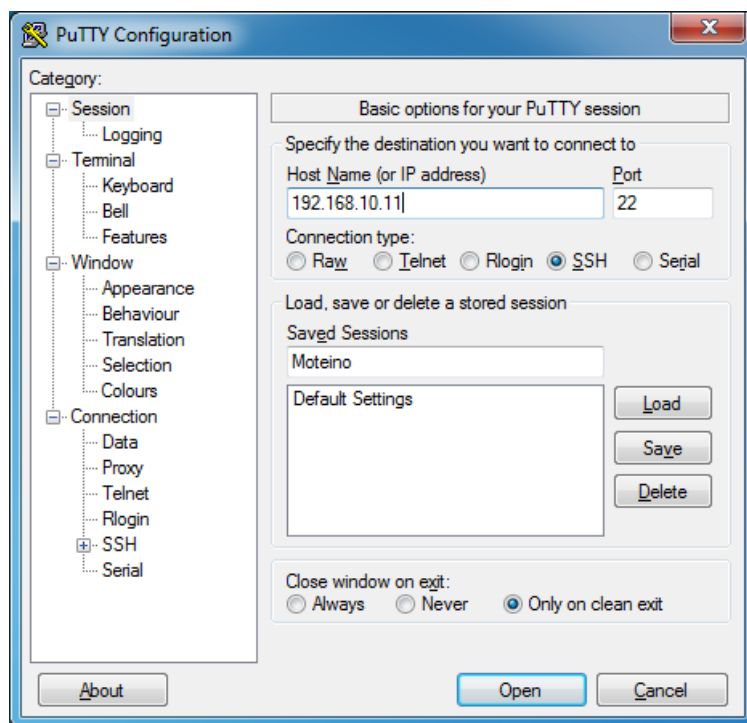


15. ábra: ITRI IWCU eszköz

Fontos: Az ITRI egységek memóriája kikapcsolás és áramszünet esetén törlődik, illetve az alap konfigurációba áll vissza. Ezért az eredményeket mindig mentjük le, hogy az esetleges adatvesztést elkerüljük!

4.1. Csatlakozás lépései a ITRI IWCU egységhez

A PuTTY kliens egy ingyenes SSH és Telnet kliens. A mérés során az Ethernet hálózatra csatlakoztatott ITRI IWCU egységgel és a virtuális géppel való kommunikációra használjuk. A 16 a PuTTY alkalmazás felületét jeleníti meg.



16. ábra: PuTTY kliens felülete

Csatlakozás lépései:

1. Állítsa a csatlakozás típusát *SSH*-ra! (Ekkor a port is az alapértelmezett 22-re vált.)
2. Írja be az eszköz/számítógép *IP címét*, amihez csatlakozni kíván!
 - a. Mentse el beállításokat valamilyen néven! (Elég egyszer.)
3. Kattintson az *Open* gombra!
4. Ezután a megjelenő terminál ablakban lépjen be a megadott felhasználónév és jelszó párossal! Az első csatlakozás alkalmával fogadja el a tanúsítvány/hitelesítő kulcsot!
Bejelentkezési adatok: **admin/iwcu2009**

4.2. DSRC konfiguráció

Az IWCU egységeken a */proc/sys/wave/* mappában kell a konfigurációs beállításokat elvégezni.

4.2.1. Sávszélesség és vivő frekvencia beállítása:

Az aktuális értéket a „*cat*” nevű linux paranccsal írathatjuk ki:

```
$cat /proc/sys/wave/channel
$wave0 10@5920
```

Módosításhoz az „*echo*” és „*>*” linux parancsot használhatjuk. Például 10 MHz sávszélesség és 5.89 GHz beállításához az alábbi parancsot kell a konzolba írni:

```
$echo wave0 10@5890 > /proc/sys/wave/channel
```

A sávszélességet és vivőfrekvenciákat összefoglaló táblázat:

Setting Channel Number	Command
172	echo wave0 10@5860 >/proc/sys/wave/channel
174	echo wave0 10@5870 >/proc/sys/wave/channel
176	echo wave0 10@5880 >/proc/sys/wave/channel
178	echo wave0 10@5890 >/proc/sys/wave/channel
180	echo wave0 10@5900 >/proc/sys/wave/channel
182	echo wave0 10@5910 >/proc/sys/wave/channel
184	echo wave0 10@5920 >/proc/sys/wave/channel

4.2.2. Adási teljesítmény beállítása (TX power)

Az aktuális értéket a „cat” nevű linux paranccsal írathatjuk ki:

```
$cat /proc/sys/wave/txpower
```

Módosításhoz az „echo” és „>” parancsot használhatjuk. A teljesítmény értéke 9 – 25 közötti egész szám.

```
$echo "wave0 18" >/proc/sys/wave/txpower
```

4.2.3. Adatátviteli sebesség (moduláció és kódolás) beállítása

Az aktuális értéket a „cat” nevű linux paranccsal írathatjuk ki:

```
$cat /proc/sys/wave/txrate
```

Módosításhoz az „echo” és „>” parancsot használhatjuk.

```
$echo "wave0 4" >/proc/sys/wave/txrate
```

A modulációhoz tartozó kódokat az alábbi táblázat tartalmazza:

Value	Modulation	Data Rate at 10MHz Bandwidth
0	BPSK 1/2	3Mbps
1	BPSK 3/4	4.5Mbps
2	QPSK 1/2	6Mbps
3	QPSK 3/4	9Mbps
4	16QAM 1/2	12Mbps
5	16QAM 3/4	18Mbps
6	64QAM 2/3	24Mbps
7	64QAM 3/4	27.5Mbps

4.2.4. Statisztikák megjelenítése

Az aktuális értéket a „cat” nevű linux paranccsal írathatjuk ki:

```
$cat /proc/sys/wave/stats
```

4.2.5. GN beacon üzenetek frekvenciájának beállítása

A módosításhoz szintén az „echo” és „>” parancsot használhatjuk. Az alapérték 3000 [ms].

Például 2000 ms GN beacon adási intervallum beállítása a következő paranccsal lehetséges:

```
$echo 2000 > /proc/sys/net/gn/bea_retrans_timer
```

Az eredmény ellenőrzése:

```
$cat /proc/sys/net/gn/bea_retrans_timer
$2000
```

4.2.6. GN csomagok élettartamának beállítása

A módosításhoz szintén az „echo” és „>” parancsot használhatjuk. Az alapérték 60 [s]. Például 50 másodperces csomagélettartam beállítása:

```
$echo 50 > /proc/sys/net/gn/default_pkt_lifetime
```

Ellenőrzés:

```
$cat /proc/sys/net/gn/default_pkt_lifetime
$50
```

4.2.7. Saját GN címhez tartozó adatok megtekintése

Az eszköz GeoNetworking beállításokat a „cat” nevű linux paranccsal írathatjuk ki:

```
$cat /proc/net/gn/lpv
```

4.2.8. Szomszédos GN címek(hez) tartozó adat(ok) megtekintése

Az IWCU a szomszédos GeoNetworking eszközökről az információkat (amelyeket az IWCU eszköz lát maga körül) ebben a fájlban gyűjti össze. A „cat” nevű linux parancsal írathatjuk ki:

```
$cat /proc/net/gn/loc
```

4.2.9. GN helyinformációk beállítása

A módosításhoz szintén az „echo” és „>” parancsot használhatjuk. A hosszúsági és szélességi koordinátákat az alábbi parancsokkal állíthatjuk be:

```
$echo 511234567 > /proc/sys/net/gn/local_latitude  
$echo 51234567 > /proc/sys/net/gn/local_longitude
```

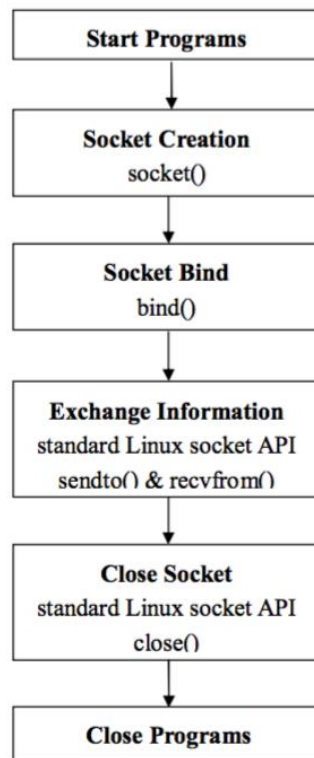
Fontos: A fenti parancsok az alábbi szélességi és hosszúsági koordinátákat állítja be (ún. WGS-84 formátumban): 51.1234567 és 5.1234567. Itt természetesen egy valós GPS-ből származó koordinátákat is megadhatunk és frissíthetjük a GN pozícióinkat.

Ellenőrzés:

```
$cat /proc/sys/net/gn/local_longitude  
$51234567
```

4.3. GN API programozás

Az IWCU egységekben a GeoNetworking protokoll stack kernel szinten van implementálva. A GeoNetworking protokollt az ún. **GeoNetworking API**-n keresztül lehet elérni. Az API használata hasonlít a Linux-os socket API-hoz.



17. ábra: GeoNetworking kommunikáció folyamata

A C kódunkban első lépésben a *gn.h* header fájlt kell betölteni (`#include "gn.h"`). Ezt követően létrehozuk a socket-et a *socket()* parancs segítségével. A létrejött socket-re a *bind()* rendszerparanccsal kapcsolódunk rá. Ezt követően csomagküldést a *sendto()*, a fogadást a *recvfrom()* rendszerparanccsal hajthatjuk végre. Végezetül a létrehozott socket-et lezárjuk a *close()* a rendszerparanccsal.

A socket létrehozására használt függvény:

```
int socket(int domain , int type, int protocol)
```

A domain értékének a PF_BTP-t kell megadni, a típusnak SOCK_RAW-t és a protokollnak pedig 0 értéket. Ebből a függvényhívásból tudja az IWCU, hogy a kernelben implementált GeoNetworking protokollt kell használnia.

Tehát az így kapott függvényhívás a socket létrehozásához:

```
sd = socket(PF_BTP, SOCK_RAW, 0);
```

A következő lépés a socket-re történő csatolás. A csatolásra használt függvény:

```
int bind(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen)
```

A *socketfd* értéke a korábban megadott socket azonosítónak kell lennie (*sd*). A következő paraméter egy mutató, ami az *sbs* struktúrára mutat. A GeoNetworking-hez kapcsolódó fontosabb paramétereket az alábbi struktúrában valósították meg:

```

struct sbs {
    unsigned short    btp_family;
    unsigned char     btp_type;
    unsigned short    sport;
    unsigned short    dport;
    unsigned short    dport_info;
    unsigned char     packet_type;
    union gn_dest     dest;
    struct long_pv    src_pv;
    unsigned char     commun_profile;
    unsigned char     sec_profile;
    struct life_time  packet_lifetime;
    unsigned short    max_repeat_time;
    unsigned short    repeat_interval;
    unsigned char     hop_limit;
    struct traffic    tc;
};

```

Továbbá:

```

union gn_dest {
    struct gn_addr    addr;
    struct gn_area    area;
};

```

```

struct gn_addr {
    unsigned short    manual:1,
                    type:5,
                    country_code:10;
    unsigned char     mid[MAC_SIZE];
};

```

```

struct gn_area{
    unsigned char     area_type;
    unsigned int      pos_latitude;
    unsigned int      pos_longitude;
    unsigned short    distance_a;
    unsigned short    distance_b;
    unsigned short    angle;
};

```

```

struct long_pv {
    struct gn_addr    addr;
    __u32             timestamp;
    __s32             latitude;
    __s32             longitude;
    __u8              pai : 1;
    __s16             speed : 15;
    __u16             heading;
};

```

Egy C kód példán illusztráljuk a hivatkozást az *sbs* struktúra egy elemére:

```
//az sbs struktúrán belül az src_pv struktúra heading elemének kiírása
printf("heading= %d\n", sbs.src_pv.heading);
```

Végül a harmadik paraméterként a *sbs* struktúra méretét kell megadni. Így a kapott függvényhívás a kötés elvégzésére:

```
err = bind(sd, (struct sockaddr*) &sbs, sizeof(sbs));
```

Most, hogy a csatolás megtörtént, attól függően, hogy adó vagy vevő alkalmazást készítünk a *sendto()* vagy *recvfrom()* rendszerfüggvényeket kell használni.

A *sendto()* függvény prototípusa:

```
int sendto(int sockfd, const void *buf, size_t len, int flags,
const struct sockaddr *dest_addr, socklen_t addrlen);
```

Ahol a *sockfd* a socket azonosító, ezt követi a pufferre mutató pointer. A puffer tartalma maga az átküldendő üzenet. Ezt követően az üzenet hossza (a puffer mérete). A *flags* paramétert nulla értékkel használjuk. Végezetül a célcímet leíró struktúra mutatója és a struktúra mérete következik. Példa:

```
sendto(sd, msg, 2048, 0, (struct sockaddr *) &sbs, sizeof(sbs));
```

A *recvfrom()* függvény prototípusa:

```
int recvfrom(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags,
struct sockaddr *src_addr, socklen_t *addrlen);
```

Ahol a *sockfd* a socket azonosító. Ezt követi a pufferre mutató pointer. A pufferbe kerül majd a vett üzenet. Ezt követően a puffer méretét kell megadni. A *flags* paramétert itt is nulla értékkel használjuk. Végezetül a forrás címet leíró struktúra pointer és a struktúra mérete következik. Példa:

```
int recvfrom(sd, msg, 2048, 0, (struct sockaddr *) &sbs, &len)
```

A socket lezárása a *close()* függvénnyel lehetséges. Például a fenti példánál maradva:

```
close(sd);
```

5. Keresztfordító (Cross compiler) használata

A keresztfordító (cross compiler) olyan fordítóprogram, amely az őt futtatótól eltérő platformon futó programok generálására (is) képes. A keresztfordítókat olyan esetekben alkalmazzák, ha olyan platformra kell egy adott programból tárgykódot készíteni, amelyen nem létezik ehhez megfelelő fordító (mert pl. egy új architektúráról van szó vagy mert a célplatform túl korlátozott

erőforrásokkal rendelkezik egy megfelelő fordítóprogramhoz). Jelen esetben az ITRI IWCU egységeken nincs *gcc* amellyel a C vagy C++ forráskódunkat le tudnánk fordítani futtatható állományba. Továbbá a PowerPC 32 bites Big Endian-os processzor más mint a hagyományos Little-Endian-t használó asztali PC-k processzora, így a keresztfordító használata mindenképp szükséges, hogy programot tudjunk készíteni a IWCU eszközökre.

A keresztfordítót egy virtuális gépen valósítottuk meg. A virtuális gép egy 32 bites Ubuntu (linux). Ha elindítottuk virtuális gépet jelentkezzünk be a **user** felhasználónév és **password** jelszó beírásával.

Sikeres bejelentkezés után a *user* nevű felhasználó *home* könyvtáron belül a *powerpc-e300c3-linux-gnu/bin* könyvtárban találjuk a fordításhoz és linkeléshez használható binárisokat (pl. *gcc*, *g++* stb.).

A fordításhoz az előbb említett bináris mellett szükségesek a **.c* és **.h* forráskódok és header fájlok is.

A fordítás menete:

1. Másoljuk be a szükséges forráskódokat, header fájlok a virtuális gépen a *user* felhasználó *home* mappájába található *example* mappába. (ehhez a WinSCP nevű programot is használhatjuk, de a PuTTY is képes rá!)
2. Lépünk be a *powerpc-e300c3-linux-gnu/bin* mappába:

```
$cd /home/user/powerpc-e300c3-linux-gnu/bin
```

3. Adjuk ki a következő parancsot:

```
./powerpc-e300c3-linux-gnu-gcc /home/user/example/proba.c  
/home/user/example/gn.h -o /home/user/example/proba
```

Ha mindent jól csináltunk és a C kódunkban sem volt hiba a */home/user/example* mappába létrejön egy *proba* nevű bináris fájl. Ezt a bináris fájlt csak az IWCU eszközön lehet lefuttatni, ezért *scp* segítségével másoljuk fel az IWCU eszközre. Az *scp* másolás szintakszisa és egy példa:

```
scp <masolando fajl, fajok> felhasználonev@<ip cim, vagy  
hosztnev>:<masolas celmappja>  
scp proba user@192.168.1.10:/home/user/
```

6. Ellenőrző kérdések

1. Ismertesse az IEEE 802.11p főbb paramétereit!

2. Ismertesse a GeoNetworking főbb tulajdonságait!
3. Mi a BTP? Ismertesse a főbb tulajdonságait! Mi a kapcsolata a GeoNetworking protokollal?
4. Mi a különbség a BTP-A és BTP-B fejléce között?
5. Ismertesse a GeoNetworking fejléc felépítését! Mire való a Next Header mező.
6. Nevezzen meg néhány GeoNetworking fejléc típust (Header Type)!
7. Mi a különbség egy „egyszerű” Broadcast és a GeoNetworking Broadcast között?
8. Mi a Topológia alapú broadcast, GeoUnicast, GeoBroadcast (rajz és magyarázat)?
9. Mi a Keresztfordító (cross complier)?

7. Mérési feladatok

1. Nyisson egy PuTTY ablakot, majd jelentkezzen be az ITRI IWCU eszközökre SSH segítségével. Végezze el az alábbi alapbeállításokat:
 - i. **Operációs rendszer paraméterek beállítása:** Állítsa be a rendszerórát (dátumot és időt) a linux-os „date” segítségével. Töltse be az IPv6-os modult („modprobe ipv6”). Ellenőrizze a hálózati interfészeket („ifconfig”). Vezesse be a jegyzőkönyvbe az „Wave0” interfészhez tartozó paramétereket!
 - ii. **Rádiós paraméterek beállítása:** Állítson be a „Wave0” interfészre 5,9 GHz középfrekvenciát és 20-as adási teljesítmény (TX power) szintet! Állítson be 16-QAM $\frac{1}{2}$ modulációt! A beállított értékeket a „cat” parancs segítségével írassa ki a kijelzőre, majd a beállítási paranccsal együtt másolja be a jegyzőkönyvbe!
 - iii. **GeoNetworking paraméterek beállítása és ellenőrzése:** Állítsa be, hogy a GN Beacon üzenetek intervalluma 500 ms legyen. A GN csomag élettartama legyen 40 s.
 - Állítsa be az alábbi hosszúsági és szélességi koordinátákat az IWCU eszközökön:
 - *lat: 474725,*
 - *lon:19059.*
 - Ellenőrizze a GeoNetworking beállítások összefoglalóját (*cat /proc/net/gn/loc* és *cat /proc/net/gn/lpv*) másolja be a jegyzőkönyvbe! Látják egymást a GeoAdhoc routerek (GeoNetworking Location tábla tartalmát másolja be a jegyzőkönyvbe)?
2. **BTP adó alkalmazás megvalósítása:** Valósítson meg egy **BTP adót**, amely az ITRI eszköz GeoNetworking API-ját használja! A BTP adót C programnyelven kell

megvalósítani a megadott sample fájl felhasználásával/kiegészítésével. A virtuális gépen található cross complier segítségével készítse el a futtatható bináris fájlt, majd másolja fel az mindegyik ITRI eszközre „scp” (ssh-n keresztüli másolás) segítségével. Az elkészült forráskódot másolja be a jegyzőkönyvbe (Ügyeljen a kód formázására a jegyzőkönyvben).

3. **BTP vevő alkalmazás megvalósítása:** Valósítson meg egy **BTP vevőt**, amely az ITRI eszköz GeoNetworking API-ját használja! A BTP vevőt C programnyelven kell megvalósítani a megadott sample fájl felhasználásával/kiegészítésével. A virtuális gépen található cross complier segítségével készítse el a futtatható bináris fájlt, majd másolja fel mindegyik ITRI eszközre „scp” (ssh-n keresztüli másolás) segítségével. A forráskódot másolja be a jegyzőkönyvbe (Ügyeljen a kód formázására a jegyzőkönyvben).
4. **GeoNetworking adás-vétel tesztelése:** Indítsa el a BTP vevőt az egyik GeoAdhoc routeren. Egy másik (vagy a másik kettő) GeoAdhoc routeren a BTP adót paraméterezze úgy, hogy „BTP-A” típusú, Single Hop Broadcast üzenetet küldjön.
 - i. Ha sikeres a GeoNetworking alapú üzenetküldés a vevőn megjelenik a küldött üzenet és GeoNetworking fejléc adatok. Rögzítse az elkapott GeoNetworking fejléc adatokat és az üzenetet a jegyzőkönyvbe!
 - ii. Ezt követően paraméterezze úgy a BTP adót paraméterezze úgy, hogy „BTP-A” típusú, GeoBroadcast üzenetet küldjön. A GeoNetworking aréna típusa legyen 20 méter x 20 méter négyzet majd, ellipszis.
 - iii. Ezt követően paraméterezze úgy a BTP adót paraméterezze úgy, hogy „BTP-A” típusú, GeoUnicast üzenetet küldjön. A GeoNetworking aréna típusa legyen 20 méter x 20 méter négyzet majd, ellipszis.
 - iv. Változtassa meg a BTP vevő hosszúsági és szélességi koordinátáit a következőkre:
 - *lat: 474722,*
 - *lon:19059.*Az adó(k) paraméterein ne változtasson semmit! Most is lát GeoNetworking csomagot a BTP vevőn? Adjon magyarázatot a történtekre a jegyzőkönyvben!
 - v. Növelje meg a BTP adó aréna területét. Most lát GeoNetworking csomagot a BTP vevőn? Adjon magyarázatot a történtekre a jegyzőkönyvben!

Felhasznált irodalom

- [1] <http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Unix/>
- [2] <http://www.tutorialspoint.com/cprogramming/>
- [3] http://www.linuxhowtos.org/C_C++/socket.htm
- [4] ITRI IWCU 4.4 User Manual
- [5] http://medianets.hu/wp-content/uploads/2016/06/Bokor_Laszlo_BME-HIT_C-ITS_basics.pdf
- [6] ETSI EN 302 636-4-1 Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; GeoNetworking; Part 4: Geographical addressing and forwarding for point-to-point and point-to-multipoint communications;
- [7] ETSI TS 102 636-5-1 V1.1.1 Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; GeoNetworking; Part 5: Transport Protocols; Sub-part 1: Basic Transport Protocol