

The logo for SYNERGON features a large, stylized white 'S' shape that curves upwards and to the right, set against a teal circular background. The word 'SYNERGON' is written in a white, sans-serif, all-caps font below the 'S' shape.

SYNERGON

Üzenet a Pluto-ra

Delay- and Disruption-
Tolerant Networking

Körtl Péter

szenior műszaki tanácsadó

CCIE #10192



2013. 03. 28.

Adatkommunikáció

Naprendszer-méretekben

- Űreszközök, szerverek, kliensek az űrben? Kössük be őket a csomagkapcsolt adathálózatunkba!
- Milyen alkalmazások kellenek (majd)?
 - file-átvitel (fényképek, telemetria, mérési adatok) (pl. CFDP)
 - űreszköz vezérlése, monitorozása
 - egészségi állapot monitorozása
 - levelezés
 - web böngésző? wget, crawler?
 - hírcsatorna
 - videofile-ok
 - streaming?
 - ~~telefon, videokonferencia, IM~~
- Az adatcsomagok megbízhatóan, garantáltan odaérjenek
- Erről nyugtázási üzenetek visszaérjenek (vagy NACK?)
 - adatvesztés észlelése, kezelése
 - adatok célba juttatása értelmes időn belül

A földi Internet TCP/IP alapokon

- Megkérdőjelezetlen implicit alapelvek
 - ▶ a késleltetés nem több néhány s-nál, tipikusan 1..100 ms nagyságrendű
 - ▶ a bithibaaarány az összeköttetéseken kicsi (10^{-7} - 10^{-15})
 - ▶ a csomagvesztési arány kicsi (10^{-4})
 - ▶ két IP-alkalmazás egymással kvázi-valós időben kommunikál
 - ▶ folyamatos, tartós end-to-end kapcsolatok, amíg szükséges
 - ▶ elég egyetlen működő útvonal az átvitelhez
 - ▶ ha ezek nem teljesülnek:
 - » az összeköttetést hibásnak tekintjük és megjavíttatjuk (pl. addig használunk alternatív útvonalat)
 - » az alkalmazások nem tudnak kommunikálni, hibát jeleznek
 - ▶ minden eszköz TCP/IP-képes

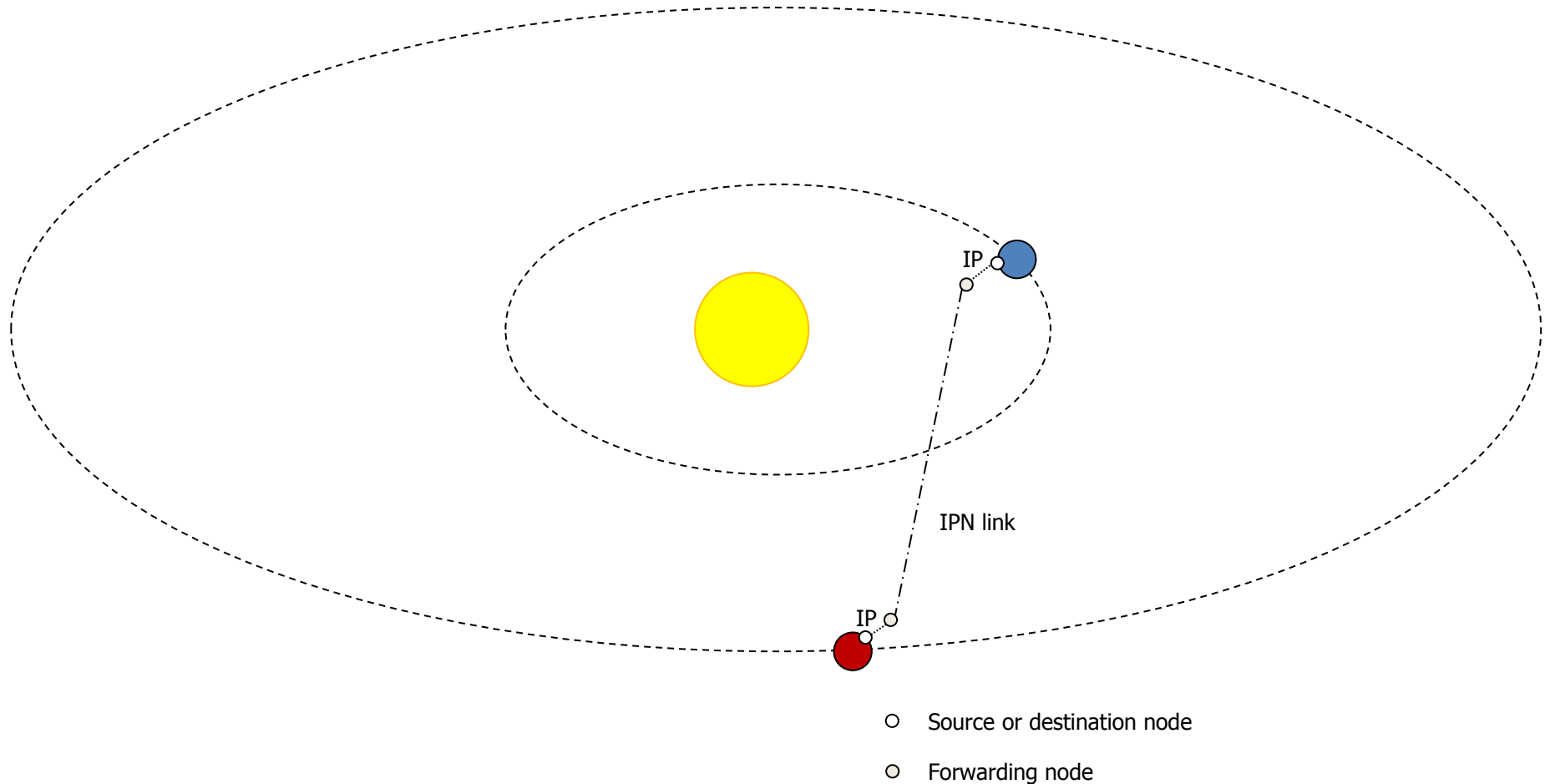
Úrösszeköttetések

- Késleltetés: 8 perc/CSE (Föld-Pluto 4..6 h)
- alacsony SNR, nagy bithibaaarány (akár 10^{-1})
- csomagvesztés
- tartós szakadások (rálátás, keringés)
- aszimmetrikus sáv szélességek (akár 1:1000)
- sáv szélesség: 100 bit/s .. 256 kbit/s
- alkalmazások: kérés-válasz között percek, órák, hetek

TCP/IP az űrben?

- Webszerver a Pluto-n:
 - rákattintunk egy weblinkekre... HTTP GET ... TCP SYN
 - 5 óra múlva megérkezik a szerverre a TCP SYN
 - » vagy 3 hét múlva (kitakarás)
- A TCP teljesítménye drasztikusan leromlik ($bw \cdot delay$)
 - » $d=20$ min
 - » hibamentes csatornán: 100 kbit/s, 0.02% csomagvesztésnél: 700 bit/s
- Alternatív protokollkészlet
 - nem TCP SYN indul, hanem egy bundle
 - az alkalmazás jobban érzi magát?
- A szokásos földi alkalmazások nem használhatók, hiába teszünk akármilyen robusztus protokollokat alájuk.
- Alkalmazástervezés: kérés-válasz szekvenciák kerülése, minimalizálása, az érdemi üzenet előtt ne legyen sok egyeztetés, bírják ki akár az újraindulást is

Interplanetary Internet (IPN)



Delay-Tolerant Networking – Bundle Protocol (RFC 4838, 5050)

- különböző interneteket összekötő réteg
- store-and-forward message switching, tartós tárolók
- hop-by-hop
- nem várhatunk a végponti ACK-okra, nem lehet end-to-end szakaszon csúszóablak
- küldeni kell az adatokat ACK nélkül is
- custody transfer
- time-to-live (pl. 36 óra, != hop count)
- Self-Delimiting Numeric Values (SDNVs)

Protokollkészlet

Endpoint ID (EID):

ipn:35.2

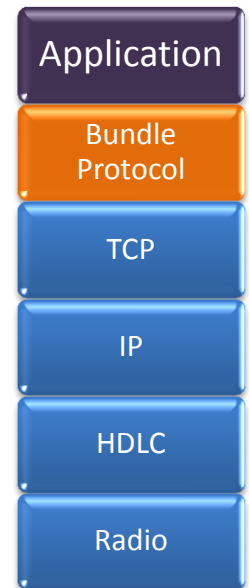
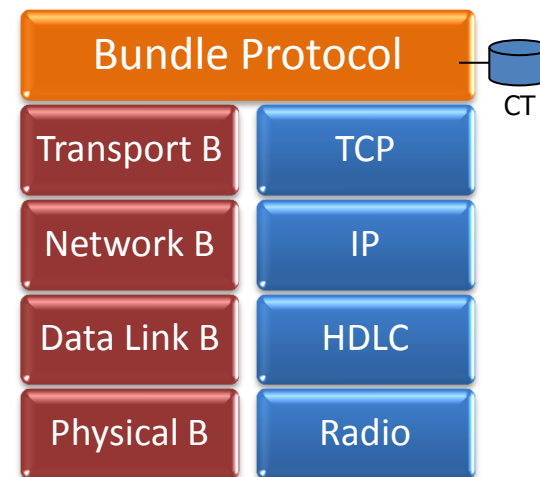
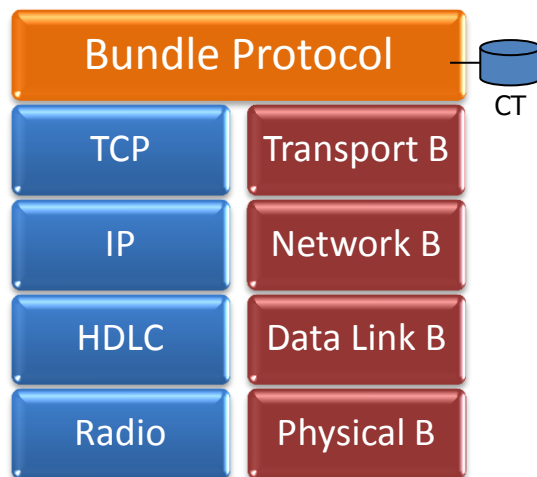
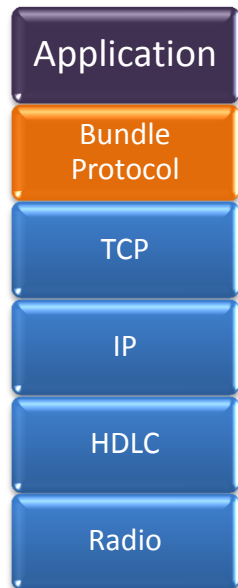
ipn:35.0

ipn:90.0

ipn:91.0

ipn:28.0

ipn:28.4



Föld src

Föld forwarding node

Mars forwarding node

Mars dst

Protokollkészlet

Endpoint ID (EID) :

ipn:35.2

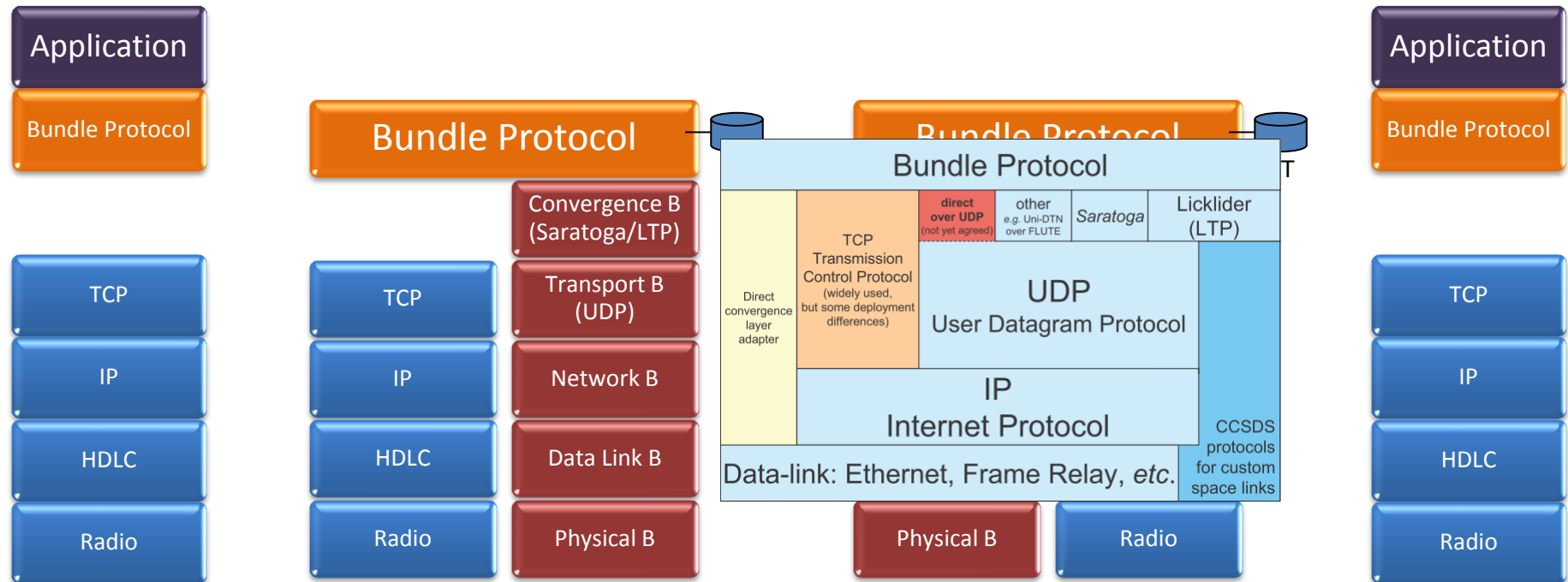
ipn:35.0

ipn:90.0

ipn:91.0

ipn:28.0

ipn:28.4



Föld src

Föld forwarding node

Mars forwarding node

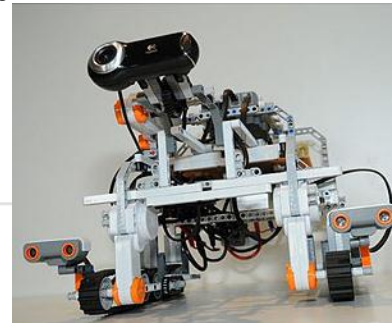
Mars dst

DTN transport/konvergenca protokollok

- Licklider Transmission Protocol (RFC 5325)
- Saratoga
- TP-Planet
- RCP-Planet
- SCPS-TP
- CCSDS-FDP (CFDP)
- Space Packet Protocol
- Deep-Space Transport Protocol (DS-TP)
- Delay-Tolerant Transport Protocol (DTTP)
- TCP Convergence Layer protocol (TCPCL)

IP / DTN / Bundle Protocol tesztek az űrben

- UoSAT-12 (2000-2001)
 - ping, NTP, FTP, HTTP
- AISAT-1 (2002)
 - CFDP
- UK-DMC műhold (2004-)
 - Saratoga képletöltések
- UK-DMC műhold (2008)
 - BP over Saratoga over UDP
 - 150 MB-os kép 2 darabban
- NASA Deep Impact/EPOXI űrszonda (2008)
 - BP over LTP over CFDP
- ISS (2009-2010)
 - biológiai kísérleti kamra (CGBA-4/5) adatai
- ISS (2012)
 - földi LEGO robot irányítása az űrből



Problémák a Bundle Protocol-lal

- nincs benne megbízható átvitel
 - hibamentes-e az érkezett bundle?
 - majd az alkalmazás gondoskodik róla? és a headerek?
- hibadetektálás, ellenőrzőösszeg
 - Bundle Security Protocol
 - Saratoga + MD5
- teljesítmény
- időszinkronizáció
 - BP-hez nélkülözhetetlen
 - ördögi kör, ha ezen a hálózaton akarunk szinkronizálni
- nincs tartalomazonosítás (MIME type)
- automatikus konfigurálás, felderítés, dinamikus routing hiányzik
- maximális bundle-méret (~ MTU)
- hálózatmenedzsment
- QoS
- biztonság

BP helyett HTTP-DTN?

- hop-by-hop HTTP a konvergenciarétegben
- nincsenek időzítők
- egyirányú PUT lehetősége
- MIME
- rugalmas metaadatok (szöveges header)
- számtalan jól kitesztelt implementáció, sok tapasztalat
- felettes rétegekre is számos bejáratott példa (SOAP)

L. Wood and P. Holliday, "Using HTTP for delivery in Delay/Disruption-Tolerant Networks", draft-wood-dtnrg-http-dtn-delivery-02, October 2008.



SYNERGON