

SZÁMÍTÓGÉPHÁLÓZATI GYAKORLATOK A MŰSZAKI INFORMATIKUSOK KÉPZÉSÉBEN

Dr. Harangozó József, harang@fsz.bme.hu

Dr. Halász Péter, halasz@fsz.bme.hu

Dr. Katona László, katona@fsz.bme.hu

Antal Péter, antal@fsz.bme.hu

Wolkensdorfer Péter, wolkens@fsz.bme.hu

Szilágyi Sándor, szilagyi@fsz.bme.hu

BME Folyamatszabályozási Tanszék

Dr. Tóth Csaba, toth@mmt.bme.hu

Kiss István, kiss@mmt.bme.hu

BME Műszer és Méréstechnika Tanszék

Abstract

The paper presents a training program for students of technical informatics at the Technical University of Budapest, Faculty of Electrical Engineering and Informatics. This program was developed as a part of the subject "Computer Networks". The aim of this program is to provide appropriate knowledge and practice in computer networking techniques to access the services of computer networks, to write programs and make developments in this field. However, the program does not intend to cover all the details of this field. The program contains seven exercises. Each of them requires individual learning and solving specific tasks. The students should write reports including the solutions of problems, the developed and tested programs. The report should contain a short description about the experience they collected while they solved the specified tasks. The program proved the expectations, it is useful for the students, and they like it.

1. Bevezetés

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán folyó műszaki informatikus képzés keretén belül az alaptárgyi blokkban szereplő *Számítógéphálózatok* című tantárgy elméleti anyagainak gyakorlati részekkel történő kiegészítésére számítógéphálózati laboratóriumi gyakorlatokat dolgoztunk ki. E gyakorlatok célja az, hogy a számítógéphálózatok belső felépítésének, szolgáltatásainak megismerése révén a hallgatók képesek legyenek a rendszerben fejlesztéseket, módosításokat, új funkciókat megvalósítani. Ugyanakkor azonban, mivel e gyakorlat alaptárgyi előadásokhoz kapcsolódik, nem célja a számítógéphálózati működtető rendszer minden részletre kiterjedő megismertetése.

A gyakorlatok kidolgozásánál alapvető szempont volt, hogy a hallgatók számára lehetővé tegyük a számítógéphálózati architektúra különböző szintű szolgálatainak megismerését, igénybevételét, s ahol lehetséges, a protokollok megismertetésével egy ún. peer-to-peer kommunikáció lebonyolítását.

A gyakorlatok témáinak kiválasztásánál kettős szempont játszott szerepet. Egyrészt az elméleti megfontolások és az ISO-OSI hivatkozási modell rétegeinek, szolgálatainak és protokolljainak bemutatási igénye, hogy hallgatóink a gyakorlatban is találkozzanak a nyílt rendszer koncepció, a hierarchikus hálózati architektúra megvalósításaival. Másrészt, mivel ilyen megvalósítások nem álltak rendelkezésünkre, támaszkodnunk kellett a meglévő és elérhető hálózati eszközökre.

Végülis azt a kompromisszumos megoldást választottuk, hogy az OSI koncepciót megtartottuk a gyakorlati anyag struktúrájának kialakításánál, de az egyes rétegekre más architektúrák azonos vagy hasonló funkcionális rétegét illesztettük.

Tekintettel arra, hogy laborjainkban döntő többséggel Novell hálózatok üzemelnek, s fejlesztő eszközeink is az ilyen irányú feladatok megoldását támogatták, a hallgatói feladatok döntő többségét is ilyen környezetben dolgoztuk ki.

A gyakorlatok anyagának meghatározásánál fontos szempont volt az is, hogy nagytömegű hallgatónak kell viszonylag egyszerű munkaállomásokon keresztül hozzáférést biztosítani a hálózati erőforrásokhoz. A hallgatók létszáma a kezdeti 50 főről dinamikusan növekedett három év alatt 150 főre. Ekkora tömegnek nem lehet speciális hálózati vizsgáló műszereket, berendezéseket rendelkezésre bocsátani, csupán a számítógépterminálokon keresztül elérhető hálózati analizáló szoftver erőforrásokat és fejlesztő eszközöket a saját hálózati vezérlő programok írásának megkönnyítésére.

Mivel minden hallgató számára lehetővé kívántuk tenni a hálózati erőforrásokhoz való hozzáférést, s mivel a gyakorlatokat szigorúan kötött órarendi keretek között kellett lebonyolítani, s minden hallgató számára lehetővé kívántuk tenni, hogy minden témával kapcsolatba kerüljön, a félév során szoros időrendi beosztásban tudjuk csak a gyakorlatokat szervezni.

A gyakorlatokat a hallgatók ráadásul az előadásokkal párhuzamosan végzik, ami ugyancsak befolyásolja a témaválasztást is és a gyakorlatok sorrendjét is. Ennek megfelelően a félév első részében inkább általánosabb témák kidolgozására kerül sor, mint amilyen a hálózati operációs rendszer vizsgálata, az RPC vagy az állományok konkurrens kezelése, s csak a második felében kerülnek sorra az architektúrához szorosan kapcsolódó, az egyes rétegek tulajdonságait bemutató gyakorlatok.

A gyakorlatokra való felkészülés segítése, a feladatok megoldásának támogatása érdekében elkészítettük a gyakorlatok leírását tartalmazó jegyzetet [1], amely minden egyes témához a gyakorlat tárgyának megismertetéséhez szükséges általános tudnivalókat, speciális hálózati ismereteket, a feladatmegoldáshoz szükséges ismereteket, illetve az elvégzendő feladatokat tartalmazza.

A laboratóriumi gyakorlatok az alábbi, később részletezendő témákat és feladatokat tartalmazzák:

- A hálózati operációs rendszerek című téma feldolgozásával a hallgatók a Novell NetWare 3.12 operációs rendszerének sajátosságait, szolgáltatásait ismerik meg, és részben rendszeradminisztrátori feladatokat oldanak meg.
- Az adatkapcsolati réteg és a hálózati réteg tulajdonságait megismerve, szolgálatait igénybevéve peer-to-peer kommunikációs feladatot oldanak meg.
- A szállítási réteg interfészének megismerésével a kliens oldali program megírása után, kliens-szerver kommunikációt kezdeményeznek és folytatnak.
- A megjelenítési réteg szolgálatai közül a rejtjelezést, titkosítást megvalósító kliens program elkészítése a feladat.
- Távoli eljárásívás (RPC) használatát egy távoli gépen elvégzett fordítási feladat formájában gyakorolják.
- Az alkalmazási réteg vizsgálatát egy speciális alkalmazási protokoll, az SNMP megismerésén és használatán keresztül végzik el.
- Állományok konkurrens kezelése során erőforrásoknak hálózaton keresztül történő versengéses lefoglalása a feladat.

A hallgatóknak a laboratóriumi gyakorlatra otthon fel kell készülniük. Ehhez segítséget ad a jegyzetnek az egyes gyakorlatokhoz tartozó része, amely kellő részletességgel tárgyalja a gyakorlat tárgyát, a feladatok

megoldásához szükséges előismereteket. Ezek adott esetben az előadások anyagát vagy az ahhoz kapcsolódó szakirodalmat [2] jelentik, de itt találhatóak a gyakorlat témájához kapcsolódó speciális ismeretek is. A gyakorlatra való felkészülés fontos részét képezi azoknak a feladatoknak az elvégzése, amelyek lehetővé teszik, illetve meggyorsítják az órán a kijelölt feladatok elvégzését.

A gyakorlati óra három részből tevődik össze:

- Rövid tesztkérdések formájában a gyakorlatvezető ellenőrzi a hallgatóknak az adott gyakorlatra való felkészültségét.
- A megfelelően felkészült hallgatók elvégezhetik a gyakorlatvezető által kijelölt feladatokat.
- A feladatok megoldásának eredményeit, a levont következtetéseket, értékeléseket, tanulságokat egy jelentés, jegyzőkönyv formájában rögzítik, és a gyakorlatvezetőnek elektronikus úton továbbítják.

A következőkben röviden ismertetjük az egyes gyakorlatok témáját, a gyakorlatok célkitűzését, a gyakorlat elvégzéséhez szükséges ismereteket, a hallgatók által megoldandó feladatokat, valamint azt, hogy az adott téma feldolgozásából a hallgatók mit profitáltak.

2. A gyakorlatok ismertetése

2.1 Hálózati operációs rendszer szolgáltatásai

a./ A gyakorlat célja:

- a Netware 3.1x operációs rendszer legfontosabb jellemzőinek megismerése, szolgáltatásainak használata
- egy kifejezetten az állomány kiszolgálására optimalizált, többfeladatos, többfelhasználós operációs rendszer installálása, konfigurálása.

b./ A gyakorlat elvégzéséhez szükséges legfontosabb ismeretek

- a hálózati attribútumok karbantartása (FLAG, FLAGDIR)
- a NetWare 3.1x által biztosított menü segédprogramok ismerete (SYSCON, FILER, SESSION, stb.)
- a bejelentkezési parancsfájlban használt speciális parancs nyelv ismerete
- a NetWare DOS kliens szoftver változatainak ismerete

c./ A megoldandó feladatok

- keresési út szabályozása és keresési meghajtók hozzárendelése
- állományokhoz és könyvtárakhoz való hozzáférési jogosultságok hozzárendelése, megbízotti jogok kezelése
- privát bejelentkezési parancsfájl (login script) megírása
- felhasználók és csoportok kezelése
- komplett ODI és Shell alapú NetWare kliens installálás és konfiguráció
- komplett ODI és Redirector alapú NetWare kliens installálás és konfiguráció

d./ A gyakorlat haszna, mit ért el, mire készített fel:

A hallgatók speciális számítógéphálózati operációs rendszer ismeretekre tesznek szert, mivel megismerkednek

- a NetWare 3.1x operációs rendszer szolgáltatásaival
- a NetWare 3.1x az adatintegritás érdekében beépített funkcióival
- a NetWare 3.1x operációs rendszernek az állománykérések gyorsabb kiszolgálására bevezetett speciális funkcióival.

2.2 Adatkapcsolati és hálózati réteg vizsgálata

a./ A gyakorlat célja

Az OSI hivatkozási modell második és harmadik rétegének megfelelő valós szoftver komponensek megismertetése és kipróbálása.

b./ A gyakorlat elvégzéséhez szükséges legfontosabb ismeretek

A hallgatóknak a gyakorlat elvégzéséhez a kiadott útmutatókból a következő ismereteket kell előre elsajátítaniuk:

- OSI hivatkozási modell rétegei
- Az OSI rétegek Netware megfelelői
- Az adatkapcsolati réteg legfontosabb funkciói
- Ethernet keretformátumok jellemzői
- Az IPX szerepe a Netware környezetben
- IPX címzés, kommunikáció, csomagok felépítése, küldése.

c./ A gyakorlat során a hallgatóknak a következő feladatokat kell megoldaniuk:

Az első feladat az adatkapcsolati réteg vizsgálata. Borland C fejlesztő környezetben készíteniük kell egy olyan programot, amely a megfelelő mezők kitöltésével összeállít egy Ethernet II formátumú keretet, majd azt a Packet Driver szolgáltatásain keresztül elküldi a hálózaton a címzettnek. A hálózat egy másik gépén, az ETHDUMP hálózat monitorozó programot futtatva, meg kell figyelniük a keretnek a hálózaton való megjelenését és rögzíteniük kell a vett keretet.

Második feladatként az IPX szolgáltatásokra építve egy peer-to-peer kommunikációs feladatot kell megoldani, melynek során egy előre elkészített, de néhány ponton hiányos programot kell kiegészíteniük. A program feladata egy IPX csomag vétele, annak adattartalmának értelmezése, majd az értelmezett adat alapján a csomag továbbküldése az adatok között szereplő másik címre.

d./ A gyakorlat haszna:

A gyakorlaton a hallgatók megismerkednek a hálózati kommunikáció két alsó rétegének szolgáltatásaival, maguk készítik olyan programot, amellyel Ethernet kereteket tudnak a hálózaton továbbítani. Használniuk kell egy hálózat-monitorozó programot, mellyel a hálózaton a keretek forgalma nyomonkövethető. Megismerkednek a Netware IPX szolgáltatásaival, valós programokkal IPX szintű kommunikációs feladatot oldanak meg.

2.3 Szállítási réteg interfész

a./ A gyakorlat célja

A gyakorlat célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a szállítási réteg interfészével, az ott használatos fogalmakkal, szabályokkal.

b./ Előzetes felkészülés, szükséges előismeretek

A gyakorlathoz két forrásprogram tartozik: a SERVER.C és a CLIENT.C. Mindkettő hozzáférhető a hallgatók számára a felkészülés során. A SERVER program működését a hallgatónak az otthoni felkészülés során meg kell értenie. Ezzel a programmal más teendő nincs. A CLIENT program nem teljes program, az abban levő, megjegyzésként beírt útmutatásokat követve (a TLI ismertető és a SERVER forrásprogram részletei segítségével felhasználhatók) a hallgatónak a következőképpen működő programmá kell kiegészítenie. A program fel kell vegye az összeköttetést a gyakorlatvezető által megadott Novell felhasználónév alatt elindított SERVER programmal, amely a kapcsolat felvétele után a kapcsolatot kérő kliensnek elküld egy üzenetet, melynek hosszát a kliens program előre nem ismerheti. A kliensprogram által vett adatokat a paracssorban specifikált nevű fájlban kell eltárolnia a hallgató saját könyvtárában.

c./ A gyakorlat során elvégzendő feladatok

A gyakorlat elején a hallgatónak a felkészüléséről egy tesztlap kitöltésével számot kell adnia. Ezt a további munka megkezdése előtt a gyakorlatvezetőnek át kell adja. Az otthon előkészített forrásprogramot a gyakorlatvezető ellenőrzi, esetleg kérdéseket tehet fel vele kapcsolatban.

A gyakorlatvezető elindítja a SERVER programot. A hallgató "belövi" a saját CLIENT programját. A belőtt programot a hallgató kipróbálja, a hálózati analízator segítségével megfigyelheti a hálózaton folyó kommunikációt a saját programja és a SERVER program között.

d./ A gyakorlat haszna, mire készített fel:

A gyakorlat során a hallgatók megismerkednek a szállítási réteg interfészével, az ott használatos fogalmakkal, szabályokkal. Mivel a szállítási réteg interfész meglehetősen jól definiált felület (különböző operációs rendszerek esetén is igen sok azonosságot mutat), így a hallgatók képessé válnak arra, hogy a későbbiekben önállóan, teljesen egyedileg meghatározott kommunikációt is képesek legyenek gépek között megvalósítani.

2.4 Megjelenítési réteg szolgálatai

a./ A gyakorlat célja

A gyakorlat célja a megjelenítési réteg funkciójának és lehetőségeinek megismerése.

b./ Szükséges ismeretek

- A megjelenítési réteg alapvető funkcióinak ismerete.
- Adatábrázolási módszerek ismerete.
- Adattömörítési algoritmusok ismerete.
- Titkosítási algoritmusok ismerete.

A gyakorlat elvégzéséhez a NetWare Client SDK fejlesztőrendszer, és az azzal kompatibilis (MS, illetve Borland) C fordító szükséges.

c./ A megoldandó feladatok

Mivel a gyakorlathoz rendelkezésre álló eszközök (Novell NetWare) nem biztosítanak megjelenítési szintű szolgálatot, ezért az előző gyakorlat során vizsgált, a szállítási rétegben található szolgáltatásokra támaszkodva egy egyszerű fájl-orientált megjelenítési szolgálatot kell megvalósítani. A gyakorlat kapcsán megismerhetők és kipróbálhatók a DES és a Huffman kódoló algoritmusok egy-egy konkrét megvalósításon keresztül. A hallgató feladata egy adatállomány hálózaton keresztül történő átvitele oly módon, hogy a vett adatok a megadott szintaxis mellett tartalmaznak DES, illetve Huffman kódolású blokkrészeket is.

d./ A gyakorlat haszna:

A gyakorlat hasznos a különböző adatábrázolási algoritmusok megismerésében. Kisebb-nagyobb nehézségekkel bár, de a hallgatók mindegyike megbirkózott a gyakorlattal, sőt az agilisabbak még az algoritmusokhoz is hozzányúltak azok gyorsítása érdekében. A gyakorlat által nyújtott tapasztalatok ténylegesen hasznosíthatók, az adott algoritmusok konkrét feladatokat megoldó programokba is beépíthetők.

2.5 Távoli eljárás hívás

a./ A gyakorlat célja

A cél megismertetni a hallgatókat a távoli eljárás hívásnak nevezett módszerrel, amely lehetővé teszi számítógépek közötti kommunikáció kialakítását a kommunikációs feladatok konkrét megoldásainak ismerete nélkül. A szabványos kommunikációs felület ismertetése szintén a gyakorlat célja.

b./ A gyakorlat elvégzéséhez szükséges ismeretek:

A távoli eljárás hívás (Remote Procedure Call, RPC) alapja, fogalmai. Az RPC modellje. A távoli eljárások azonosítása: programszám, eljárás szám, verziószám. A távoli eljárások regisztrációja, a `portmap` program. Megbízhatóság az RPC alatt: az RPC és a szállítási réteg kapcsolata. Az external data representation (XDR) fogalma, szükségessége. Az XDR filter függvények egyszerű és összetett adattípusok esetén. Az RPC és az XDR nyelv és kapcsolatuk, szintaxis leírások. Az `rpcgen` program funkciója, használata, bemeneti és kimeneti fájljai. A lokális eljárások és a távoli eljárások hívásának szintaktikai különbségei, az RPC hívás eredményének feldolgozása. Példaprogramok: üzenet kinyomtatása távoli gépen, távoli gép dátumának és idejének lekérdezése.

c./ A gyakorlat során elvégzendő feladatok:

A távoli eljárás hívás szabványos felületének ismeretében a hallgató képes elvileg tetszőleges - akár összetett - adattípushoz a megfelelő XDR filter függvény megírására, a szerver oldalon az eljárás regisztrálására. A hallgatók egy előre megadott RPC leíró fájl alapján készítenek el egy szerver oldali függvényt, illetve az ezt felhasználó kliens programot. A hallgatók párokban dolgoznak: egyikük a szerver oldali, másikuk a kliens oldali eljárások megírását végzi.

d./ A gyakorlat haszna:

A hallgató a gyakorlat elvégzése után képes olyan, adott feladatot ellátó eljárásokat írni, amelyek akár különböző típusú és különböző adatformátumú gépről is meghívhatók.

2.6 Az alkalmazási réteg vizsgálata

a./ A gyakorlat célja

A gyakorlat célja az alkalmazási réteg általános tulajdonságainak bemutatása egy konkrét protokollon, az egyszerű hálózatmenedzsment protokollon (Simple Network Management Protocol, SNMP) keresztül. A gyakorlat a hálózatmenedzsmenttel, mint az alkalmazási réteg egyik érdekes és fontos elemével foglalkozik, de a hálózatmenedzsmentből csak annyit mutat be, amennyi a gyakorlat sikeres elvégzéséhez feltétlenül szükséges.

b./ A gyakorlat elvégzéséhez szükséges legfontosabb ismeretek:

A gyakorlat sikeres elvégzéséhez a hallgatónak meg kell ismernie a legfontosabb hálózatmenedzsment feladatokat, az SNMP felépítését és környezetét, a menedzselhető objektumokat és az azokat rendszerbe foglaló adatbázist (Management Information Base, MIB), az SNMP protokollt, továbbá néhány egyszerű programnak a kezelését.

c./ A megoldandó feladatok:

A gyakorlat során egy megadott IP című, SNMP menedzselhető hálózati készülék - pl. Ethernet ismétlő, híd, forgalomirányító, FDDI koncentrátor vagy forgalomirányító - paramétereit kell hálózaton keresztül meghatározni. A készülék IP címét a gyakorlatvezető adja meg. Az SNMP protokoll segítségével kideríthető, hogy milyen típusú készülékről van szó, hol van a készülék, milyen hálózati interfészekkel rendelkezik, azok milyen sebességűek, milyen hálózati forgalmakat bonyolítanak le, volt-e átviteli hiba, stb. A gyakorlat során a hallgatónak arra kell törekednie, hogy az adott készülékről minél több lényeges információhoz jusson. Minden hallgató más-más készüléket vizsgál. A gyakorlat sikeres elvégzését igazoló eredményfájlt a gyakorlat végéig a gyakorlatvezető által megadott címre kell elhelyezni.

d./ A gyakorlat haszna, mit ért el, mire készített fel:

A hallgató a gyakorlat során megismerkedik egy alkalmazási rétegbeli de facto szabvánnyal (SNMP), az erőforrás menedzsment egyes feladataival, az OSI hivatkozási modell alsó három rétegében működő készülékek sajátosságaival.

2.7 Állományok konkurrens kezelése

a./ A gyakorlat célja

Az elosztott állományrendszerek implementálásánál, programozásánál, - de a multiprogramozott rendszerekben is - az egyik gyakran felmerülő probléma, az állományok mint közös erőforrások kezelésének illusztrálása. Másodlagos célként felmerült, hogy egy játékos, versengésre buzdító feladat kapcsán fokozzuk a hallgatóság érdeklődését a tárgy iránt. Ezeken túl a jegyzetből megismerhető program-források jó példaként szolgálhatnak egyszerű, datagramm szolgáltatást igénybevevő kliens-szerver programok TLI segítségével történő implementálására. A gyakorlat folyamán alkalom kínálkozik a hallgatók programozási ismereteinek felmérésére, bővítésére is.

b./ A gyakorlat elvégzéséhez szükséges legfontosabb ismeretek:

Elméleti ismeretek:

- DOS osztott állománykezelést támogató szolgáltatásainak megismerése,
- a felhasználandó eljárásomag programozási felületének - esetleg belsejének - megismerése.

Gyakorlati ismeretek:

- fordítóprogramok, fordítási technológia, könyvtárak ismerete,
- általános algoritmus-létrehozó képesség.

c./ A megoldandó feladatok:

A megadott eljárások segítségével egy olyan "versenyző" programot kell írniuk, amely az egyik gépen futó szerver program által menedzselte állományból minél nagyobb tartományt akar lefoglalni. A megírt programok egymással párhuzamosan futva versengenek a területért, az egyes fordulók végén a szerver eredményt hirdeti.

Megjegyzés: a feladat kissé hasonlít az állományon belüli zárak alkalmazásához, de azért inkább a játékosságra, mint az osztott állománykezelés hűségese modellezésére törekszik.

d./ A gyakorlat haszna:

A gyakorlat segít az osztott állománykezelési probléma és annak felhasználói programokban történő megjelenésének, kezelésének megismertetésében. Ezeken túlmenően sikeresen aktivizálta a hallgatóságot. Szinte nem akadt olyan hallgató, aki ne a saját maga által kitalált és megírt algoritmussal próbált volna megmérkőzni. A gyakorlat alatt a gyakorlatvezető kiemelheti a konkrét kliens-szerver implementáció lényeges tulajdonságait, hatását a hálózati forgalomra, lehetséges módosításait. Néhány hallgató nagyon érdekes "csalásokkal" is kísérletezett, megváltoztatva a kliens oldali kommunikációt, ez újabb, protokollokkal kapcsolatos fejtegetésekre ad alkalmat.

3. Tapasztalatok

Az eddigi tapasztalatok kedvezőek. A hallgatókat ugyan először meglepi a szoros időbeosztás, az egyéni, önálló munkára való készítés, de meglepően szívesen, lelkesen, - sokan élvezettel - végzik a feladatmegoldást. Legtöbbjük véleménye az, hogy nagyon hasznos ismeretekre és gyakorlatra tettek szert a félév végére.

Hivatkozások

- [1] *Számítógéphálózati laboratóriumi gyakorlatok* . Szerzők:
 dr. Harangozó József, dr. Katona László, dr. Tóth Csaba, Halász Péter, Kiss István, Várkonyi
 Béla, Antal Péter, Cser András. Szerkesztő: dr. Harangozó József. BME Folyamatszabályozási
 Tanszék kiadványa, Budapest, 1994.
- [2] A. S. Tanenbaum: *Számítógép-hálózatok* .
 Novotrade kiadó - Prentice Hall, Budapest, 1992.