Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta informatiky a informačných technológií

Adam Benovič
Dokumentácia k 2. zadaniu

Študijný program: INFO4
Ročník: 3.
Predmet: Počítačové a komunikačné siete
Cvičiaci: Dr. Ing. Michal Ries
Akademický rok: 2018/2019

Obsah

1. Zadanie 2 : Komunikácia s využitím UDP protokolu

Nad protokolom UDP (User Datagram Protocol) transportnej vrstvy sieťového modelu TCP/IP navrhnite a implementujte program, ktorý umožní komunikáciu dvoch účastníkov v sieti Ethernet, teda prenos správ ľubovoľnej dĺžky medzi počítačmi (uzlami). Program bude pozostávať z dvoch častí – vysielacej a prijímacej. Vysielací uzol pošle správu inému uzlu v sieti. Predpokladá sa, že v sieti dochádza k stratám dát. Vysielajúca strana rozloží správu na menšie časti - fragmenty, ktoré samostatne pošle. Správa sa fragmentuje iba v prípade, ak je dlhšia ako max. veľkosť fragmentu. Veľkosť fragmentu musí mať používateľ možnosť nastaviť takú, aby neboli znova fragmentované na linkovej vrstve. Po prijatí správy na cieľovom uzle tento správu zobrazí. Ak je správa poslaná ako postupnosť fragmentov, najprv tieto fragmenty spojí a zobrazí pôvodnú správu. Komunikátor musí vedieť usporiadať správy do správneho poradia, musí obsahovať kontrolu proti chybám pri komunikácii a znovuvyžiadanie chybných rámcov, vrátane pozitívneho aj negatívneho potvrdenia. Pri nečinnosti komunikátor automaticky odošle paket pre udržanie spojenia každých 60-120s. Odporúčame riešiť cez vlastne definované signalizačné správy.

Program musí mať nasledovné vlastnosti (minimálne):

1. Program musí byť implementovaný v jazyku C/C++ s využitím knižníc na prácu s UDP socket, skompilovateľný a spustiteľný v učebniach. Odporúčame použiť knižnicu *sys/socket.h* pre linux/BSD a *winsock2.h* pre Windows. Použité knižnice a funkcie musia byť schválené cvičiacim. V programe môžu byť použité aj knižnice na prácu s IP adresami a portami:
arpa/inet.h
netinet/in.h
2. Program musí pracovať s dátami optimálne (napr. neukladať IP adresy do 4x int).
3. Pri posielaní správy musí používateľovi umožniť určiť cieľovú IP a port.
4. Používateľ musí mať možnosť zvoliť si max. veľkosť fragmentu.
5. Obe komunikujúce strany musia byť schopné zobrazovať:
a. poslanú resp. prijatú správu,
b. veľkosť fragmentov správy.
6. Možnosť odoslať minimálne 1 chybný fragment (do fragmentu je cielene vnesená chyba, to znamená, že prijímajúca strana deteguje chybu pri prenose).
7. Možnosť odoslať súbor a v tom prípade ich uložiť na prijímacej strane ako rovnaký súbor. Akceptuje sa iba ak program prenesie 1MB súbor do 30s bez chýb.

2. Analýza zadania

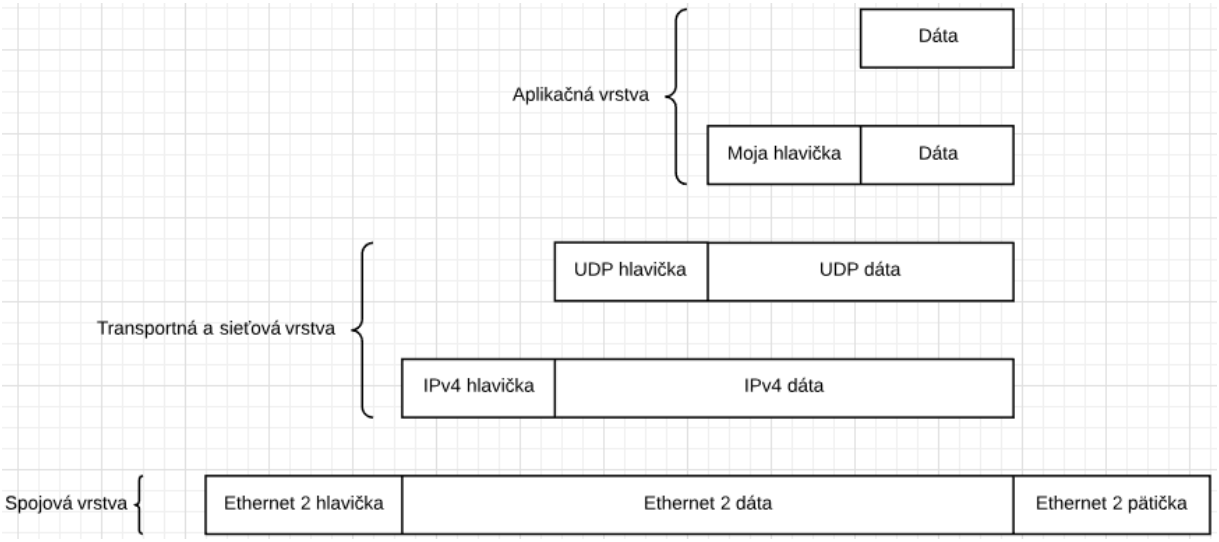
2.1 Hlavičky a enkapsulácia

Program bude zo zadania pracovať s Ethernet 2 rámcami , IP protokolom a UDP protokolom.

Ethernet 2 nám poskytuje základnú štruktúru hlavičiek s cieľovou aj zdrojovou MAC adresou a od 46 až po 1500 Bajtov na dátovú časť. V dátovej časti Ethernet 2 rámca bude vsadený IPv4 protokol, ktorého hlavička nám umožňuje umiestniť informácie o zdrojovej aj cieľovej IP adrese a informácia o použitom protokole na vyššej vrstve – v našom prípade UDP. UDP nám umožňuje posielať informáciu o zdrojovom a cieľovom porte, na ktorom bude odosielateľ vysielať a príjmateľ príjmať správy/súbory.

V zostatkovej časti pre dáta budem implementovať ešte vlastný „protokol“. Štruktúre jeho hlavičky a dátovej časti sa budem venovať v dokumente neskôr.

Pri odosielaní dát je nutné ich enkapsulovať. Pri príjmaní dát je nutné ich deenkapsulovať. V mojom programe sa k štandardnej enkapsulácii a deenkapsulácii pridá ešte môj vlastný „protokol“ vo forme hlavičky a dát, pričom dáta môžu byť presne také isté ako užívateľ zadal alebo sa môžu rozdeliť na viac častí – budem riešiť v dokumente ďalej.



Obr.1 Enkapsulácia

2.2 Dôležité vlastnosti UDP pre potreby zadania

1. Nevyžaduje nadviazanie spojenia pred odosielaním dát.
2. Nekontroluje prijatie dát – umožňuje vlastnú implementáciu na aplikačnej vrstve.
3. Je orientovaný na jednoduché prenosy, ideálny pre naše potreby.

2.3 Chyby v prenose a ich oprava

Chyby v prenose nastávajú pomerne často a z rôznych dôvodov, najčastejšie je to nestabilné pripojenie. Keďže UDP ako taký neumožňuje dôkladnú kontrolu prijatých dát a už vôbec nie ich automatickú retransmisiu, je nutné implementovať moju vlastnú kontrolu aj retransmisiu. Tomuto sa budem venovať v dokumente neskôr.

2.3 Veľkosť fragmentov

Fragmentácia dát sa štandardne robí pri enkapsulácii a takisto to budem robiť aj ja. Zadanie nám špecifikuje, že užívateľ musí mať povolené zadať veľkosť fragmentu takú, aby už mimo mojej vlastnej fragmentácie dát nedochádzalo k fragmentácii štandardnej – teda na nižších vrstvách – transportnej a sieťovej. Veľkosť fragmentu budem teda musieť počítať zo známych veľkostí rámca a hlavičiek – IPv4, UDP a mojej vlastnej. Viac o tomto probléme v dokumente neskôr.

2.3 Zhrnutie analýzy a ďalšie špecifikácie

Už teda viem, aké protokoly budem používať, že musím deliť správy na fragmenty v aplikačnej vrstve, musím riešiť chyby pri prenose a retransmisiu chýbajúcich dát. Ďalej zo zadania vyplyýva, že pri nečinnosti sa program neukončí ale zostane počúvať – odosielateľ musí teda posielať signalizačnú správu, aby prijímateľ neprestal počúvať. Program musí byť univerzálny – musí vedieť aj prijímať aj odosielať správy.

3. Návrh riešenia

3.1 Špecifikácia technických detailov a užívateľského rozhrania

Program pracuje iba medzi 2 Windows PC v jednej sieti LAN.

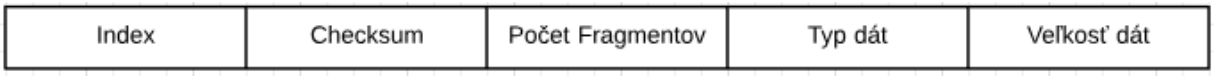
Program bude odosielať alebo príjmať(buď len odosiela alebo len prijíma) užívateľom zadané textové správy a textové súbory(.txt) do veľkosti 1MB – limit platí aj pre súbory aj pre správy.

Užívateľské rozhranie bude veľmi jednoduché – v príkazovom riadku. Po spustení programu bude užívateľ vyzvaný pre zvolenie, či chce aby program vysielal(stlačenie 1ky) alebo prijímal(stlačenie 2ky). Pri zvolení prijímania už užívateľ nemusí nič robiť, správy sa mu budú zobrazovať a súbory sa budú ukladať v priečinku, kde sa nachádza program. Pri zvolení odosielania bude užívateľ vyzvaný na zadanie IP adresy prijímajúceho stroja. Po zadaní bude vyzvaný k zvoleniu veľkosti fragmentu. Ďalej bude vyzvaný, či chce odosielať správu(1ka) alebo súbor(2ka). Následne bude vyzvaný k zadaniu správy na odoslanie alebo zadaniu cesty k súboru(ak sa súbor nachádza v rovnakom priečinku ako program, stačí zadať názov súboru aj s príponou, inak treba zadať absolútnu cestu). Po ukončení odosielania bude užívateľ výpisom informovaný,či sa správa poslala úspešne alebo nie.

Veľkosť fragmentu si užívateľ môže vybrať minimálne 64B a maximálne 1452B.

Naraz sa môže posielať maximálne jeden súbor alebo správa. Ďalšie odosielanie je možné až po úspešnom odoslaní predošlej správy alebo súboru.

3.2 Návrh vlastnej hlavičky



Obr.2 Vlastná hlavička

1. Index – 4B – poradové číslo aktuálneho rámca
2. Checksum – 4B – kontrolný checksum aktuálneho rámca
3. Počet Fragmentov – 4B – celkový počet fragmentov dát
4. Typ dát – 4B – označuje typ prenášaných dát, teda súbor alebo text
5. Veľkosť dát – 4B – veľkosť prenášaných dát v aktuálnom rámci

Veľkosť 4B pre jednotlivé políčka som si zvolil kvôli jednoduchosti – integer má 4B.

3.3 Dáta a fragmenty

Dáta môžu mať maximálnu veľkosť takúto: 1500 – 20 – 8 – 20 = 1452 B. Musím odrátavať hlavičky protokolov. Teda maximálna veľkosť, ktoú môže užívateľ zadať je 1452 B. Minimálna veľkosť bude nastavená an 64B pre zjednodušenie.

3.4 Detekcia chýb

Rámce budú odosielané v poradí tak ako sa rozdelili – 0, 1, 2, 3... n rámcov. Po prijatí všetkých rámcov prijímateľ overuje checksum. Ak sedí, rámec si uloží. Ak nesedí, rámec zahodí a vyžiada si chybné rámce a tie, čo nedostal vôbec – toto vie podľa poradového a celkové čísla rámcov. Ak už má všetky rámce, odošle signál OK aby odosielateľ vedel, že všetko bolo poslané v poriadku.

Detekcia chyby alebo checksum sa bude robiť na bitových dátach.

Checksum bude číslo vytvorené tak, že sa bude cykliť po jednotlivých bitoch a do checksum sa pripočíta exkluzívne alebo i-teho bitu dát.

Kontrola bude prebiehať reverzne – od čísla sa odpočíta exkluzívny or i-teho bitu dát. Ak víde 0, dáta sú v poriadku, ak nie tak sa zahodia a vyžiadajú nanovo.

3.5 Strata spojenia

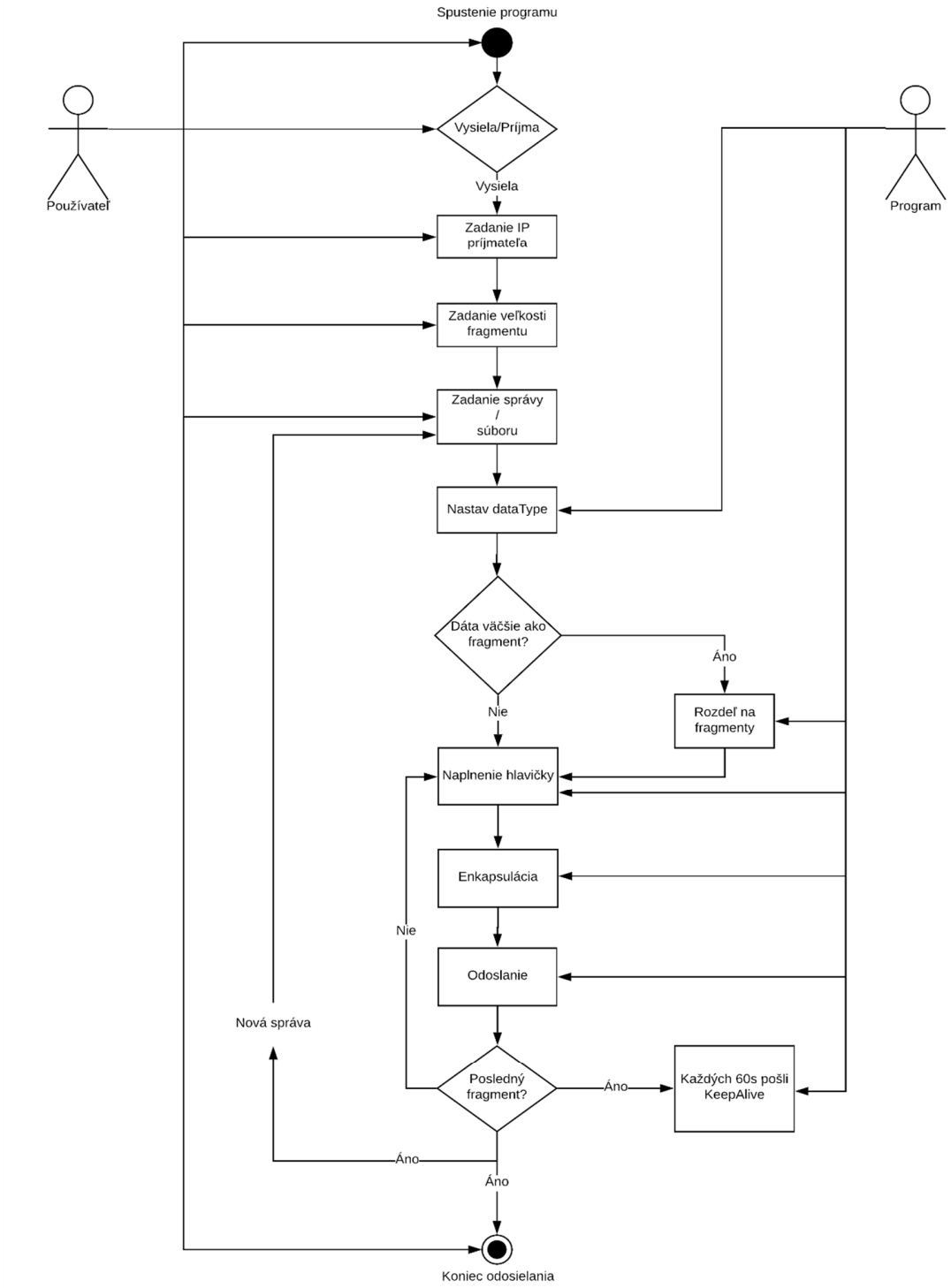
Pri strate spojenia sa používaný socket dostane do nežiadúceho stavu a pri snahe odoslať rámec sa vráti chyba. Preto je nutné daný socket uvoľniť a otvoriť nanovo. V praxi to vyzerá tak, že odosielateľ sa bude snažiť odoslať aj keď nie je pripojený, dostane chybu, socket zatvorí a otvorí nanovo a bude sa znova snažiť odoslať. Toto opakuje až pokým je odoslanie úspešné – spojenie je znovu úspešne nadviazané.

3.6 Implementačné prostredie, knižnice, funkcie

Zadanie som sa rozhodol implementovať pre operačný systéme Windows za použitia knižnice winsock2.h spolu s knižnicami arpa/inet.h a netinet/in.h. Zatiaľ som na použitie identifikoval následovné funkcie, ktorú sú súčasť zmienených knižníc alebo sú moje vlastné:

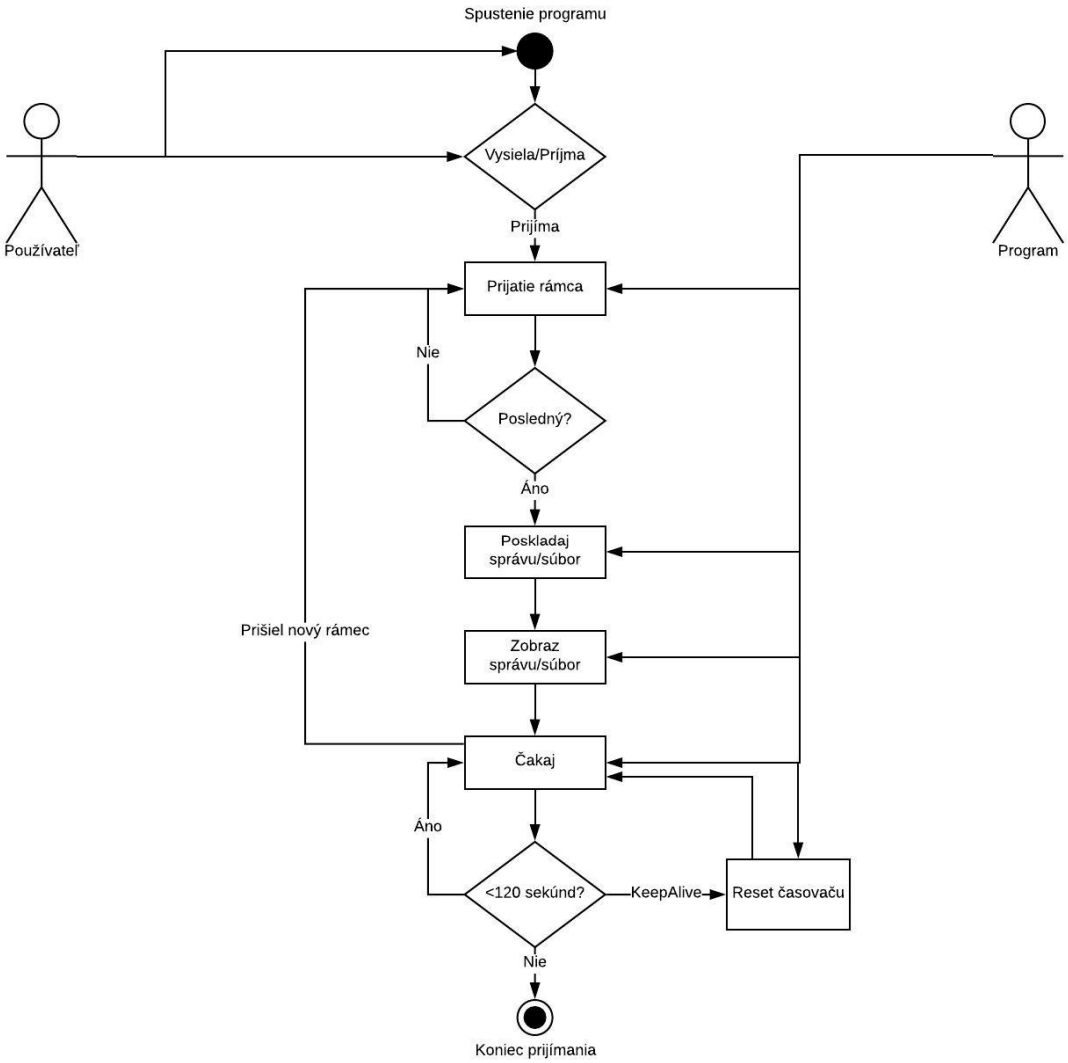
1. socket(int af, int type, int protocol) – vytvorenie socketu pre prijímanie/odosielanie
2. bind(SOCKET s, const sockaddr *name, int namelen) – asociácia lokálneho pripojenia so socketom
3. sendto(SOCKET s, const char *buf, int len, int flags, const sockaddr *to, int tolen) – ak sa rozhodnem na začiatku urobiť handshake, budem posielať na konkrétny socket
4. recvfrom(SOCKET s, char *buf, int len, int flags, sockaddr *from, int *fromlen) – prijímanie dát na danom sockete
5. closeseocket(SOCKET s) – zatvorenie socketu
6. makeChecksum(char *data) – vytvorenie checksumu pre odoslanie
7. checkChecksum(char *data) – skontrolovanie chcecksumu pri prijímaní
8. toBinaryData(file *f) – konvertovanie súboru na binárne dáta
9. toFile(char *data) – konvertovanie prijatých dát späť na súbor
10. fragmentData(char *data) – rozfragmentuje dáta na menšie časti, zadané užívateľom
11. deFragmentData(char *data) – poskladá dáta do stavu spred fragmentácie

3.7 Vysielanie



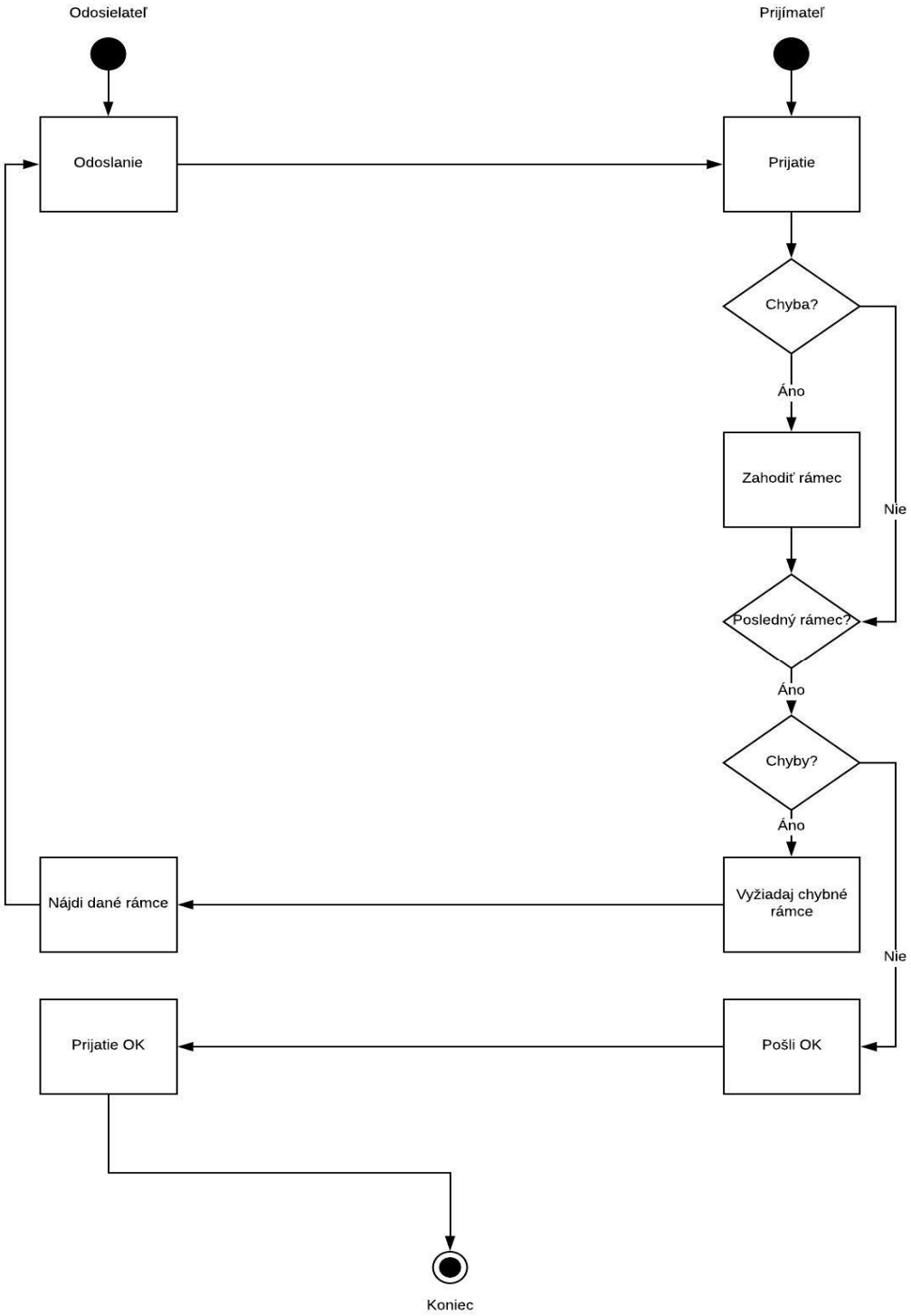
Obr.3 Vysielanie

3.8 Prijímanie



Obr. 4 Prijímanie

3.9 Detekcia chyby



Obr.5 Detekcia chyby

4. Implementácia

Od návrhu sa toho veľa udialo. Chytila ma hrozná nechuť, potom aj chuť ale nejak mi to proste nešlo. Snažil som sa ako som vedel, do poslednej kvapky potu ale nešlo to. Preto :

4.1 Zmeny

Zmenilo sa takmer všetko. Nepoužil som pomocné knižnice navrhované v zadaní ale zato som použil odosť viac ďalších, ktoré mi pri dokumentácii ani nenapadli. Neimplementoval som všetko, čo som plánoval(viď „proste nešlo“ vyššie). Narazil som na milión komplikcií, ktoré boli nad moje psychické sily. Snáď za to dostanem aspoň nejaké body, snažil som sa dosť.

4.1.4 Čo som implementoval

Zmena veľkosti rámca. Užívateľ má na výber ako pri správe tak aj súbore.

Zmena cieľovej IP adresy a portu.

Posielanie .txt súboru a správy – toto má isté obmedzenia. Nepodarilo sa mi to dobre nakódiť a tak pri menších veľkostiach rámcov nastávajú memory leaks(a pod. veci). Správa sa dá poslať iba do veľkosti 1452B z dôvodu problémov z fgets(nevedel som to nejak rozumne poriešiť, nedarilo sa). Súbory sa dajú poslať do veľkosti 1024kB a.k.a 1MB. Na konci .txt súboru sa však pridá ešte niečo navyše, čo je spojené s funkciou read. Znovu, nevedel som to nejak rozumne poriešiť.

Checksumy. Checksum sa aj vytvára aj sa dá skontrolovať a je plne funkčný. Chyba sa teda dá detekovať.

Vlastná hlavička. Tá je rovnaká ako aj v návrhu.

Rozfragmentovanie dát na menšie a ich znovuposkladanie.

KeepAlive. Odosielateľ každých 60s nečinnosti pošle KeepAlive rámec(vlastné flagy) prijímatľovi, ktorý čaká maximálne 120s. Po prijatí KeepAlive čaká prijímateľ znovu 120s na prijatie nového rámcu.

4.1.3 Čo chýba a chyby

Vyžiadanie chybných rámcov.

Simulácia chybných rámcov.

Riešenie straty pripojenia.

Popísané aj v predošlom paragrafe

5. Zhodnotenie

Projekt hodnotím ako veľké sklamanie z mojej strany. Nečakal som, že mi to tak nepôjde aj keď som sa skutočne snažil. V UDP komunikácii sa skrýva omnoho viac než som očakával a hlavne ťažšie. V porovnaní s inými školskými zadaniami toto nebolo ani zďaleka najťažšie ale zvládol som ho asi najhoršie. Istú funkčnosť sa mi podarilo implementovať a bol som dosť blízko ďalším veciam ale keďže mi zostalo zle(asi z vyčerpania), rozhodol som sa vrátiť na skrošiu verziu a zadanie proste odovzdať. Zdravie je prednejšie. Celkovo sa mi toho nejak veľa nakopilo a toto proste nevyšlo.

6. Zdroje

1. Zadanie
2. Vedomosti
3. Prednášky
4. https://tools.ietf.org/html/rfc768
5. https://tools.ietf.org/html/rfc791
6. https://docs.microsoft.com/en-us/windows/desktop/api/winsock2/
7. Konzultovanie so spolužiakmi