

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE** Fakulta  
elektrotechnická  
Katedra radioelektroniky

**Arduino - piškvorky**

**Arduino - tic-tac-toe**

Projekt bakalářský

Studijní obor: **Elektronika a komunikace**

Vedoucí práce: **Ing. Stanislav Vítek, Ph.D.**

**Jan Závorka**  
**Praha, 5. února 2019**

„Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 5. února 2019

.....

Podpis

## **Abstrakt**

Klíčová slova: Arduino ethernet, piškvorky, komunikace Arduino-Arduino

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Hardware</b>	<b>4</b>
2.1	Client . . . . .	5
2.2	Server . . . . .	5
2.3	Napájení . . . . .	6
2.4	Router a nastavení sítě . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Software</b>	<b>7</b>
3.1	Knihovny . . . . .	7
3.2	Komunikace . . . . .	7
3.2.1	Komunikace Server -> Client . . . . .	7
3.2.2	Komunikace Client -> Server . . . . .	7
3.3	Změny a nastavení . . . . .	7
3.3.1	Server . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Závěr</b>	<b>9</b>
	<b>Seznam použité literatury a zdrojů informací</b>	<b>10</b>
	<b>Seznam použitého softwaru</b>	<b>11</b>
	<b>Seznam příloh</b>	<b>11</b>

## Seznam tabulek

1	Rozložení tabulky pro přenos dat a řízení hry mezi klientem a serverem . .	8
---	--	---

## Seznam obrázků

1	Fotografie funkční verze klienta . . . . .	5
2	Schéma zapojení tlačítek pro ovládání serveru . . . . .	6
3	Fotografie funkční verze serveru . . . . .	6

# 1 Úvod

Cílem bylo vytvořit jednoduchý projekt, který by demonstroval možnosti komunikace Arduinu po lokální síti. Po několika experimentech se jako zajímavá varianta jevila jednoduchá hra pro více hráčů. Vzhledem k použitému hardwaru se jako nejlepší možnost ukázala hra Piškvorky (v této verzi pro 2 - 5 hráčů).

## 2 Hardware

Z počátku bylo vše postaveno na deskách Arduino Ethernet. Pro možnost hry více než dvou hráčů bylo jedno Arduino použito jako server (bez displeje), které mělo za úkol řídit celou hru a Arduina s displejem (jako klienti) sloužili pouze jako zobrazovací zařízení a ke komunikaci s uživatelem (prostřednictvím dotykové displeje). Tato volba s sebou přinesla několik problému.

Prvním problémem je malá paměť Arduina Ethernet (dle [1] je pro program k dispozici 32 kB paměti). Po přidání všech knihoven (konkrétně popsáno v kapitole 3.1) zůstane pro samotný program k dispozici 30 % programové paměti, což je dost limitující ve spojení s použitím barevného dotykového displeje.

Dalším problém s omezenými prostředky Arduina Ethernet nastal při vývoji serveru. Díky absenci dotykového displeje bylo pro samotný kód k dispozici dostatek místa, ale problémy nastaly při samotné komunikaci, kdy během odesílání dat (přenáší se pole o velikosti 140 bajtů pro každého klienta zvlášť, detailněji v kapitole 3.2.1) docházelo k náhodným pádům a restartům Arduina. Tento problém byl vyřešen použitím desky Arduino Due.

## 2.1 Client

Základem je, jak už bylo zmíněno výše, Arduino Ethernet s mikrokontrolérem ATmega328P. Jako zobrazovací a ovládací prvek byl zvolen 2.4"barevný TFT LCD displej s rozlišením 320x240 pixelů s rezistivní dotykovou plochou ve formě shieldu. Vzhledem k rozměrům (výšce) RJ-45 konektoru, který je umístěný na desce s Arduinem, je nutné pro správné připojení displeje použít lištu s oboustrannými kolíky o délce minimálně 15 mm. Protože u displejů použitých v této práci byly kolíky připájené už od výrobce, byla dodatečně vyrobena patice z dutinkové lišty a lišty s oboustrannými kolíky.



Obrázek 1: Fotografie funkční verze klienta

## 2.2 Server

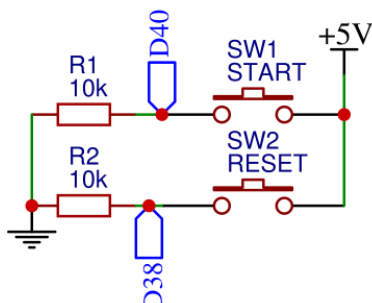
Základem serveru je Arduino Due (bližší specifikace v [3]). Pro připojení do sítě byl zvolen Ethernetový shield s čipem Wiznet W5100.

Pro pohodlné ovládání hry jsou k serveru připojena dvě tlačítka, tlačítko s červeným kroužkem slouží pro zastavení a restart hry, tlačítko se zeleným kroužkem slouží pro start hry. Schéma zapojení je vidět na obrázku 2. Zapojení bylo pro testovací účely zhotoveno na univerzální desce plošných spojů. Připojení je realizováno pomocí vodičů, kolíky umístěné v desce slouží pouze k připevnění k Arduinu nebo shieldu. Vodiče s připojí podle barvy následovně:

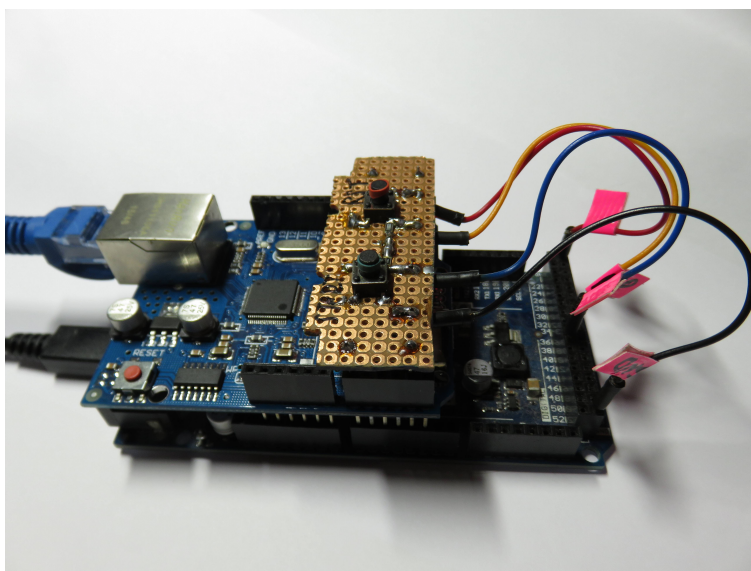
1. Černý - GND
2. Modrý - D40
3. Oranžový - D38

#### 4. Červený - 5 V

Místo pinů D40 a D38 lze použít libovolné jiné, ale tato změna musí být upravena v kódu pro server (viz. kapitola 3.3.1).



Obrázek 2: Schéma zapojení tlačítek pro ovládání serveru



Obrázek 3: Fotografie funkční verze serveru

## 2.3 Napájení

Napájení je řešeno externím zdrojem 5 V DC. Client se k napájení připojuje na programovací vstup (místo převodníku USB/UART), na piny: 1 = GND a 3 = 5V (zprava). Připojení externího zdroje pomocí sousedního konektoru a využití integrovaného stabilizátoru není možné, protože client s displejem odebírá za provozu kolem 300 mA.

## 2.4 Router a nastavení sítě

Pro testování byl použit Huawei EchoLife HG520i. V nastavení byly vypnuty všechny funkce (WiFi apod.) a byl nakonfigurován DHCP server. Konfigurační soubor dostupný v [4].



Aby se Arduina mohla spojit, je nutná aby měl server statickou IP adresu. Tento router neumožňuje přiřazení IP adresy k dané MAC, proto má server pevně přiřazenou IP (její změna popsána v kapitole 3.3.1). Tato adresa musí být ze stejné sítě jako je router ale mimo rozsah DHCP serveru.

Clientům je IP adresa přiřazována automaticky pomocí DHCP.

## 3 Software

### 3.1 Knihovny

Seznam použitých knihoven pro klienta:

- *Ethernet library*: komunikace po LAN (se serverem), zdroj [2].
- *UTFTGLUE*: ovládání displeje, zdroj [5].
- *TouchScreen*: práce s dotykovou plochou, zdroj [6].

Seznam použitých knihoven pro server:

- *Ethernet library*: komunikace po LAN (s jednotlivými clienty), zdroj [2].

### 3.2 Komunikace

#### 3.2.1 Komunikace Server -> Client

Během komunikace tímto směrem vždy server odešle celou herní desku (pole typu byte *board*), celkem tedy 136 bytů. Pokud client toto pole v pořádku přijme, dojde k jeho vyhodnocení a vykonání potřebných funkcí (překreslení displeje, vyžádání akce od uživatele, zobrazení hlášky). Hodnoty pole mění pouze server. Popis pole a co které hodnoty představují je vidět v tabulce 1.

Při odesílání je pole rozděleno do packetů. Každý packet obsahuje 8 bytů pole *board*, pořadové číslo packetu (aby client mohl pole zpětně sestavit) a dva byty kontrolního součtu.

Client průběžně přijímá jednotlivé části, pokud dorazí nějaká část chybná (nesedí kontrolní součet), client si může vyžádat od serveru znovudeslání (realizace popsána v kapitole 3.2.2). Pokud client přijme všechny části, pole *board* vyhodnotí.

#### 3.2.2 Komunikace Client -> Server

### 3.3 Změny a nastavení

#### 3.3.1 Server

Tabulka 1: Rozložení tabulky pro přenos dat a řízení hry mezi klientem a serverem

Index	Hodnoty	Popis
0-89		Každý index odpovídá jednomu čtverečku na herní desce piškvorek
	0	Pole je prázdné (neobsazené)
	1-5	Obsazeno některým hráčem/clientem
90		Přenos řídicí informace pomocí kódu
	0	Vše je OK, překreslit obrazovku
	3	Příprava nové hry, zobrazit úvodní obrazovku
	9	Informace pro hráč odpojen, že bude odpojen
	10	Hraje nějaký hráče (číslo daného hráče v poli 91)
	100	Hra skončila remízou
	10x	Hodnota podle hráče, který vyhrál: 101-105 ('x' je číslo hráče)
	20x	Problémy s daným hráčem: 201-205 ('x' je číslo hráče)
91	1-5	Číslo hráče, který je na tahu
93	0-89	Počet odehraných kol (vyplňuje server)
95-96	Kód barvy	Barva hráče 1
97-98		Barva hráče 2
99-100		Barva hráče 3
101-102		Barva hráče 4
103-104		Barva hráče 5
105-108	IPv4 adresa	IP adresa hráče 1
109-112		IP adresa hráče 2
113-116		IP adresa hráče 3
117-120		IP adresa hráče 4
121-124		IP adresa hráče 5

## **4 Závěr**

## Seznam použité literatury a zdrojů informací

- [1] *Arduino store: ARDUINO ETHERNET REV3* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/arduino-ethernet-rev3-without-poe>
- [2] *Arduino: Ethernet library* [online]. [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Ethernet>
- [3] *Arduino store: ARDUINO DUE* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/arduino-due>
- [4] ZÁVORKA, Jan. Janzavorka/BP\_PROJ: Nastavení routeru. *Github* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: [https://github.com/janzavorka/BP\\_PROJ/tree/master/piskvorky\\_MP\\_v1/nastaveni\\_router](https://github.com/janzavorka/BP_PROJ/tree/master/piskvorky_MP_v1/nastaveni_router)
- [5] MCUFRIEND\_kbv library. *Github* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: [https://github.com/prenticedavid/MCUFRIEND\\_kbv](https://github.com/prenticedavid/MCUFRIEND_kbv)
- [6] Adafruit\_TouchScreen library. *Github* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: [https://github.com/adafruit/Adafruit\\_TouchScreen](https://github.com/adafruit/Adafruit_TouchScreen)

## Seznam použitého softwaru

1. T<sub>E</sub>Xmaker, T<sub>E</sub>XLive
2. Arduino IDE
3. Tables Generator
4. Citace.com
5. EasyEDA
6. IrfanView
7. Linux Mint 18.1 Cinnamon 64-bit

## Seznam příloh

Příloha 1: příloha