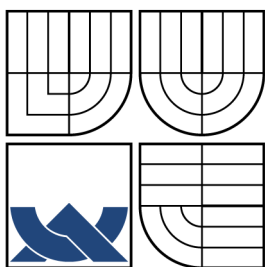
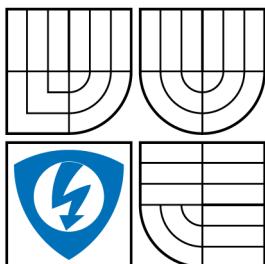


ZDE VLOŽIT LIST ZADÁNÍ

Z důvodu správného číslování stránek



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PRO VENKOVNÍ ROBOT SOFTWARE FOR OUTDOOR ROBOT

SEMESTRÁLNÍ PROJEKT
SEMESTRAL PROJECT

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ SKOČDOPOLE

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. LUDĚK ŽALUD, PH.D.

BRNO 2008

SKOČDOPOLE T. *Programové vybavení pro venkovní robot. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 40 s. Vedoucí semestrální práce doc. Ing. Luděk Žalud, Ph.D.*

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svůj semestrální projekt na téma „Programové vybavení pro venkovní robot“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrálního projektu a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedeného semestrálního projektu dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto semestrálního projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

OBSAH

1	Úvod	8
2	Představení robota	9
3	Hardware PC	10
3.1	Blokové schéma	10
3.2	Kritéria výběru komponent	10
3.3	Základní deska, procesor a operační paměť	11
3.3.1	Procesor	11
3.3.2	Základní deska	11
3.3.3	Operační paměť	12
3.3.4	Pevná paměť	12
3.3.5	ATX napájení	15
3.3.6	Access Point	16
3.3.7	CCD Kamera	17
3.3.8	TV karta	18
3.3.9	Ostatní komponenty	19
4	Nastavení periférií a BIOSu	23
4.1	Nastavení access pointu	23
4.2	Nastavení BIOS na základní desce	24
5	Operační systém	25
5.1	Popis distribuce GNU/Linuxu Archlinux	25
5.1.1	Instalace distribuce Archlinux	26
5.2	Konfigurace systému	31
5.2.1	Zrychlení startu systému	31
6	Návrh řešení programového vybavení	33
6.1	Popis knihoven pro přístupu k hardware	33
6.1.1	Sériový port a komunikační protokol	33
7	Počítačové Vidění	35
8	Závěr	37
	Literatura	38
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	39

SEZNAM OBRÁZKŮ

2.1	Fotografie robota	9
3.1	Blokové schéma hardware	10
3.2	Procesor AMD Athlon 64 X2	11
3.3	Základní deska spolu s CPU a RAM	12
3.4	RAM paměť	13
3.5	Redukce CompactFlash karet na SATA rozhraní	15
3.6	CompactFlash karta Pretec 16GB	15
3.7	ATX zdroj	15
3.8	Access point Ovislink WL-5460APv2	16
3.9	Externí anténa k access pointu	17
3.10	Kamera Mitsubishi CCD-400	17
3.11	TV karta Leadtek Winfast TV 2000 XP	18
3.12	Křížený sériový kabel	21
3.13	S-Video kabel	21
3.14	Sériový kabel ke kameře	21
3.15	Kontektory pro UTP kabeláž: a) Keystone, b) RJ-45	22
3.16	Schéma zapojení UTP kabelu dle normy T-568B	22
5.1	Logo distribuce Archlinux	25
5.2	Bootovací menu do instalačního prostředí	26
5.3	Hlavní menu instalačního programu	27
5.4	Program cfdisk	28
5.5	Průběh stahování jednotlivých balíčků	29
5.6	Nabídka pro editaci hlavních konfiguračních souborů	29
6.1	Sériový protokol - zpráva	33

SEZNAM TABULEK

3.1	Zatížitelnost jednotlivých větví ATX zdroje	16
3.2	Parametry kamery CCD-400	20
4.1	Výchozí nastavení access pointu	23
4.2	Vybrané konfigurační volby v BIOS	24
5.1	Přehled diskových oddílů na CompactFlash kartě	28

1 ÚVOD

Cílem mé bakalářské práce je navržení a praktická realizace programového vybavení pro venkovní autonomní robot, jehož úkolem je pohyb ve vnějším prostředí na základě zadaných bodů (waypointů) ve formě GPS (Global Positioning System – Celosvětový družicový navigační systém) souřadnic. Předpokládá se účast na soutěžích Robotour, kterou pořádá sdružení robotika, na jejichž webových stránkách¹ lze nalézt aktuální pravidla soutěže a kritéria, které musí robot splňovat aby byl schopen se této soutěže zúčastnit.

Mým úkolem je výběr hardware, instalace operačního systému, konfigurace periférií pro PC (Personal Computer – Osobní počítač), návrh a implementace programového vybavení pro ovládací algoritmy a pro komunikaci s připojenými perifერიemi.

Bakalářská práce je součástí projektu na kterém se spolu se mnou podílí:

- Michal Sitta (mechanická konstrukce a elektornika),
- Ivo Maceček (GPS navigace),
- Martin Skácel (senzorický subsystém).

Autonomním robotem je zamýšlen inteligentní stroj schopen vykonávat úkoly samostatně, bez jakékoli lidské pomoci. Jeho nejdůležitější vlastností je jeho schopnost reagovat na změny prostředí. Řídící činnost obstarává zpravidla mikroprocesor, v případě větší výpočetní náročnosti (např. zpracování obrazu) je použit počítač. Aby byl robot schopen autonomního chování, je potřeba ho softwarově vybavit. V případě, že robot zná mapu prostředí, jsou řešeny úlohy pro určení kde se robot nachází (lokalizace) a případně jak se dostat na jiné místo (plánování). V případě pohybu robota v neznámém prostředí, je úloha složitější z důvodu souběžné lokalizace a mapování.

Na konstrukci robota je kladen požadavek, aby byla jednoduchá a snadno sestavitelná i v amatérských podmínkách. Měla by umožnit případným zájemcům o robotiku inspirovat se našimi pracemi a aby mohli snadno sestavit vlastního robota. Vlastní konstrukci bylo nutné přizpůsobit i z hlediska finančních nákladů.

V tomto semestrálním projektu si kladu za cíle připravit vhodné prostředí pro realizaci programového vybavení robota, a to jak po stránce hardwaru – počítače a jeho periférií, tak po stránce software – operačního systému. Dále bych chtěl připravit základní strukturu a návrh projektu. Vytvořit nízkourovňové knihovny pro přístup k hardwaru (sériový port, joystick, kamera) a navrhnout komunikační protokol pro komunikaci s mikrokontroléry po sériové lince. Závěrem bych chtěl nastínit základy počítačového vidění.

¹<http://www.robotika.cz>

2 PŘEDSTAVENÍ ROBOTA

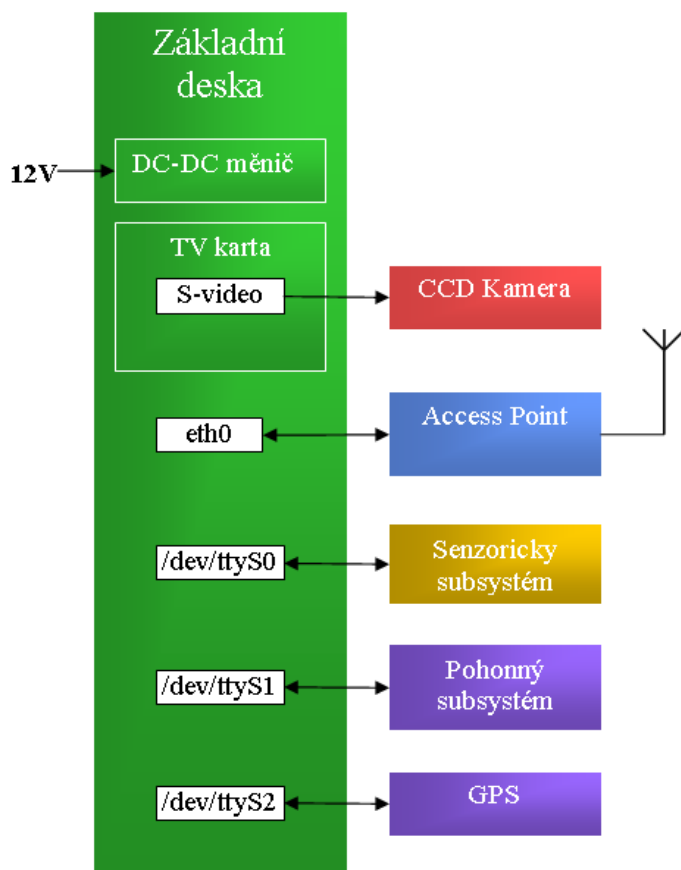


Obr. 2.1: Fotografie robota

Robot je postaven na Ackermanově modelu podvozku, venkovní rozměry jsou $900 \times 650 \times 400$ (š \times d \times v) mm, váha ≈ 45 kg a úhel natočení předních kol je 35-40 °. Zadní kola jsou hnána dvěma nezávislými motory pomocí šnekových převodovek 1:30. Napájení je realizováno ze dvou 12 V baterií, případně lze využít 12 V zdroje napájeného z elektrické sítě 230 V. Senzorický subsystém obsahuje akcelerometr, elektronický kompas a ultrazvukové snímače. Tyto periferie jsou připojeny prostřednictvím mikroprocesoru k sériovému rozhraní řídicího PC (Personal Computer – Osobní počítač). Dalšími periferiemi robota jsou dvě GPS, z nichž jedna je umístěna uvnitř robota a je připojena na sériový port PC a druhá GPS komunikuje s robotem bezdrátově a je umístěna na staticionárním bodě v prostředí, kde se robot pohybuje. Dále je pro orientaci využívána CCD (Charged Coupled Device – Prvek s vázaným nábojem) kamera, která je připojena pomocí analogové televizní karty k PC. Pro získání více informací o ostatních částech robota, odkazují na práce mých kolegů, jejichž jména a zaměření jejich prací jsou uvedeny v úvodní kapitole.

3 HARDWARE PC

3.1 Blokové schéma



Obr. 3.1: Blokové schéma hardware

Blokové schéma PC komponent robota je zobrazeno na obrázku č. 3.1. Ukazuje připojení jednotlivých periférií konkrétními porty k základní desce.

V následujících kapitolách je napsán stručný popis a důvod k výběru jednotlivých komponent.

3.2 Kritéria výběru komponent

Při výběru komponent bylo nutné brát ohled nejen na finanční náklady, ale i na elektrickou spotřebu jednotlivých částí. Robot je napájen z akumulátorů, a proto je celková doba jízdy (činnosti) závislá na celkové spotřebě. Rovněž je potřebná mechanická odolnost komponent, na které budou působit otřesy (při samotné jízdě či přepravě) a časté změny teplot a vlhkosti prostředí, kde se bude robot nacházet.

3.3 Základní deska, procesor a operační paměť

3.3.1 Procesor



Obr. 3.2: Procesor AMD Athlon 64 X2

Základní (určující) částí hardwaru je procesor. Byl vybrán výrobek firmy Advanced Micro Devices s označením Athlon 64 X2 3800+ EE (EE – Energy Efficient), viz obrázek č. 3.2. Má nízkou spotřebu: 35 W TDP (Thermal Design Power – Tepelný výkon). Tento výkon je udáváný při plném zatížení procesoru. Další výhodou je nižší teplota procesoru, a proto i menší nároky na chlazení. Procesor je určen pro základní desky s patičí AM2. Maximální frekvence procesoru je 2,0 GHz, při využití technologie softwarové škálovatelnosti frekvence procesoru lze takt snížit až na 1,0 GHz a tím lze dále snížit spotřebu při nečinnosti nebo menším zatížení. Ostatní komponenty byly vybírány tak, aby byly s procesorem kompatibilní.

3.3.2 Základní deska

Hlavním problémem při výběru základní desky počítače byla nedostupnost údajů o příkonu jednotlivých základních desek. Proto byla vybrána základní deska, která obsahuje pouze prvky nezbytně nutné pro realizaci robota. Základní požadavky jsou: podpora výše zmíněného procesoru, LAN rozhraní (Local Area Network – Místní síť), alespoň jeden PCI slot (Local Area Network – Místní síť), alespoň dva SATA



Obr. 3.3: Základní deska spolu s CPU a RAM

porty (Serial Advanced Technology Attachment), minimálně čtyři USB porty (Universal Serial Bus) a případně FireWire (1394) rozhraní pro možnost případného připojení kamery s tímto rozhraním. Na základě těchto kritérií byla vybrána deska od výrobce Gigabyte s označením GA-M61PM-S2 rev.2.0. Komponenta je zobrazena na obrázku č. 3.3.

3.3.3 Operační paměť

Při nákupu operační paměti byla uvažována možnost jejího pozdějšího rozšíření, proto s ohledem na finanční rozpočet byl zvolen pouze jeden paměťový modul o velikosti 1 GB. Výrobcem je firma Kingston, označení DDR2 1GB/667MHz CL5. Komponenta je zobrazena na obrázku č. 3.4.

3.3.4 Pevná paměť

Pevná paměť slouží k uložení operačního systému, aplikačního software a řídicích dat. Dále bude využita k záznamu údajů o provozu robota (logování rozhodování řídicích algoritmů, výstupů ze senzorů, ...). Důležitou vlastností je mechanická odolnost a spotřeba energie. Ideálním řešením by bylo použití elektronických součástí, které neobsahují mechanické části a mají nižší spotřebu.



Obr. 3.4: RAM paměť

Standardní pevný disk

Použití klasického 3,5" mechanického pevného disku je nevhodné z důvodu velkého odběru elektrické energie a rizika poškození mechanických částí. Částečným řešením je použití 2,5" pevného disku určeného pro notebooky, který má nižší spotřebu a lepší odolnost proti nárazům, avšak jisté riziko poškození je zde stále přítomné.

USB flash paměti

USB flash paměti splňují podmínky mechanické odolnosti a nízké spotřeby. I přes vyšší cenu za 1 GB jsou finančně přijatelné a vzhledem k současným kapacitám dostačující. Z důvodu použité výrobní technologie flash disků je výrazně omezen maximální počet zápisů oproti klasickým pevným diskům.

Toto řešení bylo prakticky realizováno a odzkoušeno. Později se ukázalo jako nevhodné z důvodů popsaných výše. Bylo nutné provést několik úprav operačního systému za účelem minimalizace počtu zápisů na disk. Pro zájemce, kteří se rozhodnou postavit robota založeného na operačním systému Microsoft Windows, je nutné zdůraznit, že standardní systém Microsoft Windows XP nepodporuje bootování systému z USB flash disků¹. Pro operační systém GNU/Linux, který je v tomto projektu použit, toto omezení neplatí. Poslední překážkou pro oba dva zmiňované

¹Na internetu lze vyhledat návody, jak upravit instalaci systému Microsoft Windows XP, aby byl způsobilý nabootovat z USB flash paměti

operační systémy může být u některých (zejména starších) základních desek chybějící podpora bootování systému z USB flash disku v BIOS.

Toto prvotní řešení spočívalo v použití dvou USB pamětí. První sloužila pro uložení operačního systému. V nově nainstalovaném systému bylo provedeno všechno potřebné nastavení a byla provedena úprava pro odstranění zápisů do tohoto disku. Poté bylo při startu systému automaticky nastaveno připojení pouze pro čtení pro tuto USB paměť. Druhá USB paměť sloužila pro uchování řídicího programu a byly sem přeměrovány logovací a dočasné soubory systému. Tato flash paměť byla při startu systému připojována i pro zápis.

Přibližně po třech měsících provozu započaly problémy se souborovým systémem na druhé USB paměti, které byly způsobeny vadnou flash pamětí zřejmě důsledkem překročení maximálního počtu zápisů.

Znehodnocení USB flash paměti lze předejít vytvořením RAM disku (Random Access Memory) po startu systému, do kterého by se nakopíroval obsah druhé USB paměti, která by se stejně tak jako první USB paměť připojovala při startu systému pouze pro čtení. Potom by všechny změny probíhaly uvnitř RAM disku. Nevýhodou je obtížnější aktualizace řídicího software pro robota a smazání všech změn po vypnutí PC, které byly vytvořeny v průběhu spuštěného systému (například log soubory pořízené během jízdy, které jsou potřeba pro kontrolu a úpravu řídicích algoritmů).

Disky typu SSD

Výhodným řešením by bylo použití moderních SSD disků (Solid State Drive). Jejich výhodou je transparentní chování vůdči BIOS počítače a vůdči operačnímu systému (je detekován jako obyčejný disk). Jsou mechanicky odolné a nenáročné na energetickou spotřebu. Jsou však bohužel výrazně dražší a s ohledem na omezený rozpočet je nelze použít. V budoucnu lze předpokládat snížení cen a využití této technologie.

Redukce CompactFlash karet na SATA rozhraní

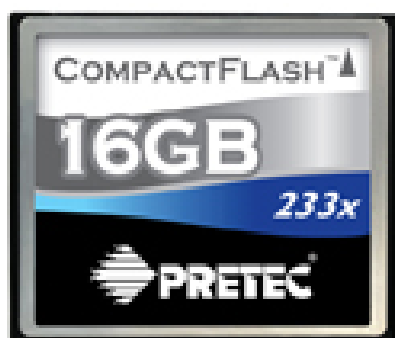
Nejblíže k výhodám SSD disků je použití CompactFlash karty s redukcí na SATA rozhraní. V BIOS je tato sestava detekována jako klasický disk – není nutná jeho speciální konfigurace ani úpravy operačního systému.

Toto řešení bylo nakonec vybráno pro náš projekt. Je použita redukce od firmy QCP (viz obrázek č. 3.5). Umí pracovat s kartami typu I i II a podporuje DMA přenos (Direct Memory Access). Rozteč montážních otvorů je shodná s klasickými 2,5" disky, což usnadňuje montáž.

Do redukce je vložena 16 GB CompactFlash karta od výrobce Pretec (viz obrázek č. 3.6). Karta podporuje Ultra DMA mode 0–6 a rychlost přenosu až 35 MB/s.



Obr. 3.5: Redukce CompactFlash karet na SATA rozhraní



Obr. 3.6: CompactFlash karta Pretec 16GB

3.3.5 ATX napájení



Obr. 3.7: ATX zdroj

Specifikace ATX zdroje (Advanced Technology Extended) vyžaduje přesnost jednotlivých napětí. Z důvodu potřeby nízkých pořizovacích nákladů bylo rozhodnuto o koupi již hotového napájecího zdroje. Byl zvolen zdroj picoPSU-120-WI-25 od firmy Mini-box.com, viz obrázek č. 3.7. Vstupní napětí lze připojit v rozsahu 12–25 V, kombinovaná účinnost je 94 % a obsahuje ochranu proti přetížení. Zatížitelnost jednotlivých větví je uvedena v tabulce č. 3.1.

Během instalace systému byla připojena i optická mechanika pro bootování do instalačního prostředí. Ukázalo se, že při velkém zatížení procesoru není ATX zdroj schopen dodat dostatečný výkon pro roztočení média v optické mechanice. Docházelo tedy k náhodným restartům počítače nebo k chybám při čtení z média.

Možným řešením je dočasné připojení standardního ATX síťového zdroje, případně instalace z USB flash disku. Tato druhá z možností je popsána v kapitole věnované instalaci operačního systému.

Tab. 3.1: Zatížitelnost jednotlivých větví ATX zdroje

Větev	I_{MAX} [A]	I_{PEAK} [A] (max 60 s)	Odchylka [%]
5 V	6,0	8,0	$\pm 1,5$
5 VSB	1,5	2,0	$\pm 1,5$
3,3 V	6,0	8,0	$\pm 1,5$
-12 V	0,1	0,1	$\pm 5,0$
12 V	6,0	8,0	$\pm 3,0$

3.3.6 Access Point



Obr. 3.8: Access point Ovislink WL-5460APv2

Slouží k bezdrátovému připojení řídicí stanice k robotu. Z důvodu snadné dostupnosti a příznivé cenu byla zvolena technologie WI-FI (Wireless-Fidelity), která pracuje v bezlicenčním pásmu 2,4 GHz. Důležitými faktory při výběru konkrétního zařízení jsou rozsah napájecího napětí, šifrování dat a možnost připojení externí antény za účelem zvýšení dosahu. Proto byl vybrán výrobek od firmy Ovislink s označením WL-5460APv2, viz obrázek č. 3.8.



Obr. 3.9: Externí anténa k access pointu

Externí anténu lze použít pro zvýšení dosahu bezdrátové sítě. Antény lze vybírat ze směrových, sektorových nebo všesměrových. Ideálním řešením je použití kombinace všesměrové antény pro robota a sektorové antény pro řídicí stanici. V našem projektu je použita 12 dB všesměrová anténa (viz obrázek č. 3.9) pro pásmo 2,4 GHz.

3.3.7 CCD Kamera

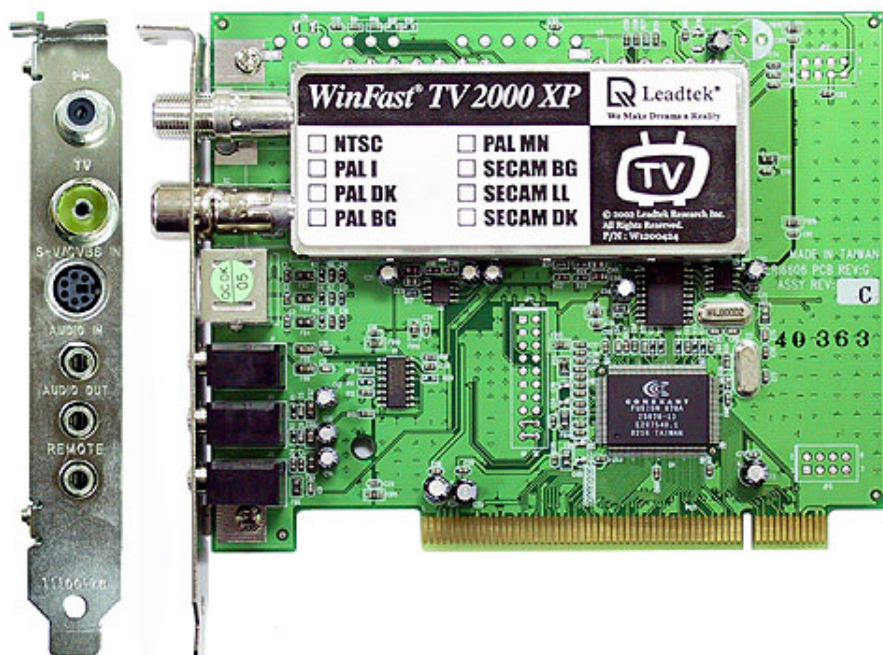


Obr. 3.10: Kamera Mitsubishi CCD-400

Pro rozpoznávání obrazu a možnosti vizuální vzdálené kontroly je použita kamera firmy Mitsubishi, model CCD-400B. Podrobné informace jsou uvedeny v tabulce

č. 3.2. Její ovládání je prováděno prostřednictvím sériového portu. Jelikož výrobce nedodal řídicí software pro operační systémy GNU/Linux, předpokládá se napsání vlastního řídicího programu pomocí techniky reverzního inženýrství.

3.3.8 TV karta



Obr. 3.11: TV karta Leadtek Winfast TV 2000 XP

Pro připojení kamery k řídicímu PC je potřeba přítomnost daného rozhraní. V našem případě se jedná o S-Video vstup. Nabízí se zde možnost použití kvalitních grabovacích karet, které mají většinou i hardwarový MPEG-2 dekodér, avšak jejich vysoká cena a nízká dostupnost nedovoluje jejich použití. Další možnost je použití karty pro příjem televizního vysílání, které jsou snadno dostupné a finančně přijatelné. V našem projektu je použita televizní karta firmy Leadtek s označením WinFast TV200XP zobrazená na obrázku č. 3.11. Tato karta se již nevyrábí a byla nakoupena v bazaru se starou výpočetní technikou. Případným zájemcům postačí libovolná televizní karta s S-video vstupem. Pouze zájemci, kteří se rozhodnou zvolit operační systém GNU/Linux, musí při výběru zohlednit podporu daného zařízení v tomto systému.

3.3.9 Ostatní komponenty

Sériový kabel

Jedná se o křížený sériový kabel osazený konektory DB-9 (samec). Je použit k propojení řídicího PC s jednotkou pro ovládání pohonů a senzorickým subsystémem. Fotografie spolu se zapojením je na obrázku č. 3.12.

S-Video kabel

Je použit pro propojení CCD kamery a televizní karty. Jedná se o standardní zapojení. Fotografie je na obrázku č. 3.13.

Sériový kabel ke kameře

Tento propojovací kabel slouží k ovládání kamery prostřednictvím sériového portu. Schéma zapojení je na obrázku č. 3.14.

UTP kabeláž

Slouží k propojení základní desky řídicího PC s access pointem prostřednictvím konektorů RJ-45 (viz obrázek č. 3.16b). Dále slouží k vyvedení zásuvky keystone (viz obrázek č. 3.16a) na panel robota pro možnost přímého připojení řídicího PC s robotem. Kabeláž je vyrobena přímo na míru. Je použit UTP kabel (Unshielded Twisted Pair – Nestíněná kroucená dvojlinka) kategorie 5e. Propojení vodičů je realizováno dle normy T-568B, viz obrázek č. 3.16.

Tab. 3.2: Parametry kamery CCD-400

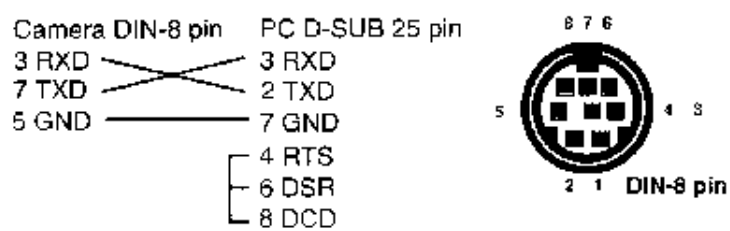
Parametr	Popis
Snímací prvek	1/4" CCD snímač (470000 px)
Rozlišovací schopnost	752(H) \times 582(V) (440000 efektivních px)
Horizontální rozlišení	430 TV řádků (při připojení přes S-video výstup)
Norma řádkování	PAL, 625 řádků, 2:1 prokládaně
Řádková frekvence	15,625 kHz (H), 50 Hz (V), PAL
Synchronizace	Interní nebo externí
Externí synchronizační vstup	VBS nebo VS, synchronizační signál $0,3 V_{ss} \pm 3 \text{ dB}$, horizontální perioda: $64 V_{\mu s} \pm 1 \%$
Video výstup	Kompozitní video: $1,0 V_{ss} / 75 \Omega$ (1x BNC konektor) S-Video: (1x miniDIN-4pin)
Řídicí rozhraní	RS-232C, (1x miniDIN 8-pin)
Odstup signál - šum	$> 46 \text{ dB}$
Minimální intenzita osvětlení	Min. 1 lux / F 1.4 (při max GAIN)
Řízení zesílení (GAIN)	Automatické nebo manuální
Vyvážení bílé	Automatické/vnitřní/ostře světlo/venkovní/zamčené/manuální
Nastavení barev	R-GAIN/B-GAIN/R-Hue/B-Hue
Elektronická uzávěrka	1/50 to 1/10000 s, 8 rychlostí
Objektiv	Motorizovaný 14x násobný zoom, F1,4 $f = 3,9 - 54,9 \text{ mm}$
Rychlost zoomu	2/3/6/10 s
Provozní podmínky	0-40 °C
Napájení	12 V DC, 380 mA, zvlnění menší než 500 mV _{pp}
Hmotnost	440 g
Rozměry (Š×V×D)	66×55×103,5 mm



Obr. 3.12: Křížený sériový kabel



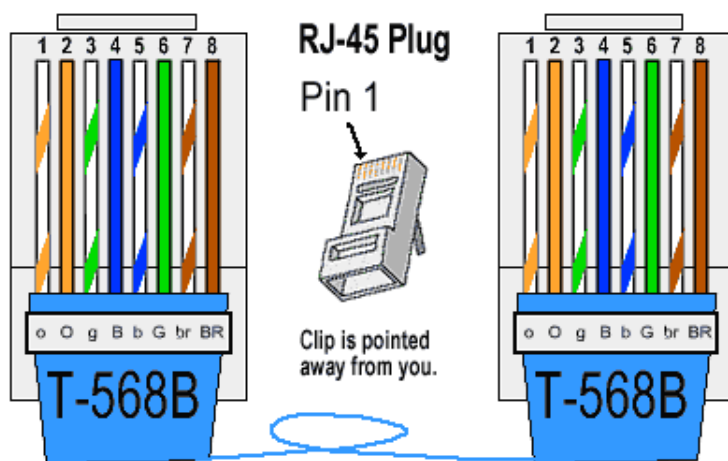
Obr. 3.13: S-Video kabel



Obr. 3.14: Sériový kabel ke kameře



Obr. 3.15: Kontektory pro UTP kabeláž: a) Keystone, b) RJ-45



Obr. 3.16: Schéma zapojení UTP kabelu dle normy T-568B

4 NASTAVENÍ PERIFERIÍ A BIOSU

4.1 Nastavení access pointu

V této části jsou pouze sepsána některá nastavení access pointu, která je nezbytné provést:

- změna hesla do konfiguračního rozhraní,
- nastavení režimu bezdrátové části do módu Access Point,
- označení SSID názvu sítě,
- zabezpečení šifrováním WPA,
- zapnutí DHCP serveru,
- a nastavení vysílacího výkonu na max 20 dBm.

Upozorňuji na poslední položku – nastavení vysílacího výkonu: úřad ČTU povoluje maximální vysílací výkon 20 dBm! Výrobce nastavené výchozí hodnoty jsou uvedeny v 4.1.

Postup nastavení konkrétního typu access pointu lze hledat v dokumentaci od výrobce daného typu. Dokumentace k námi použitému access pointu je na příloženém CD v adresáři `hardware/access_point`. Jsou zde tyto položky:

- **Quick Installation Guide**
AP-WL-5460APv2-Quick_Installation_Guide.CZE.pdf,
- **Manual**
AP-WL-5460APv2-Manual.ENG.pdf,
- **Obsah CD**
AP-WL-5460APv2-CD.zip.

Tab. 4.1: Výchozí nastavení access pointu

IP adresa:	192.168.100.252
Subnet mask:	255.255.255.0
SSID:	airlive
Channel:	13
DHCP:	off
Mode:	Access Point

4.2 Nastavení BIOS na základní desce

Vypnutím nepotřebných komponent a zakázáním nevyužitých funkcí lze snížit spotřebu energie. Změnou některých nastavení je docílen rychlejší start BIOS a tím i zkrácení bootovacího času. Podrobné vysvětlení jednotlivých voleb v BIOS lze najít v manuálu k danému typu základní desky. Manuál pro námi použitou základní desku je na přiloženém CD v adresáři `hardware/zakladni_deska`. Některá nastavení spolu s krátkým vysvětlením (uvedená v tabulce č. 4.2) jsou určena pro námi použitou základní desku. Kompletní výpis nastavení lze najít na přiloženém CD v adresáři `hardware/zakladni_deska/bios`. Ostatním zájemcům o stavbu by měla sloužit pouze k přibližnému nastínění, jakých cílů je potřeba konfigurací dosáhnout.

Tab. 4.2: Vybrané konfigurační volby v BIOS

Parametr	Hodnota	Popis
IDE Channel 0 Master	Manuální konfigurace	Zrychlení startu
First Boot Device	Hard Disk	Zrychlení startu
On-Chip IDE Channel	Disabled	Vypnutí IDE PATA rozhraní
Onboard Audio Function	Disabled	Vypnutí zvukového subsystému
Onboard 1394	Disabled	Vypnutí FireWire rozhraní
Onboard Parallel Port	Disabled	Vypnutí paralelního portu
Legacy USB storage detect	Disabled	Při použití USB flash paměti je nutné tuto volbu povolit

5 OPERAČNÍ SYSTÉM

Operační systém je základní programové vybavení počítače, nezbytné pro jeho obsluhu a provoz. Namísto pracného vytváření vlastního operačního systému robota lze k těmto účelům použít již hotový systém. Při jeho výběru byla použita tato kritéria: hardwarová náročnost, spolehlivost, snadné používání a cenová dostupnost. Pro běžného zájemce je nejvýhodnější zvolit operační systém Microsoft Windows XP nebo některou distribuci GNU/Linuxu. Výhodou prvního z uvedených systémů je jeho velká rozšířenost, množství softwaru a potřebné literatury. Nevýhodou je velká náročnost na hardware a cena. Výhodou použití GNU/Linuxu je možnost sestavení systému podle konkrétní potřeby uživatele a nulové finanční náklady.

5.1 Popis distribuce GNU/Linuxu Archlinux



Obr. 5.1: Logo distribuce Archlinux

Operační systém Archlinux¹ je založený na jádře GNU/Linux. Tato distribuce byla zvolena z důvodu jednoduchosti, malých nároků na hardware a možnosti sestavení systému dle konkrétních požadavků uživatele. Základní instalace (**base**) obsahuje pouze textové prostředí s několika základními nástroji. Uživatel poté nainstaluje pouze ty balíčky, které potřebuje. Správcem balíčků této distribuce je program **pacman**. Balíčky jsou stahovány z internetových repozitářů v binární podobě, odpadá tak nutnost kompilace.

Tato distribuce je dodávána ve verzi pro **i686** a **x86_64** procesory. V současné době ji lze nainstalovat z těchto zdrojových médií: nejběžnější je instalace z CD, dále od verze 2008.06 instalačního prostředí jsou k dispozici obrazy pro USB klíčenky, případně alternativní možností je síťová instalace. Pro výše uvedená média jsou distribuovány instalace s označením **CORE** nebo **FTP**. Rozdíl mezi nimi je v umístění

¹<http://www.archlinux.org>

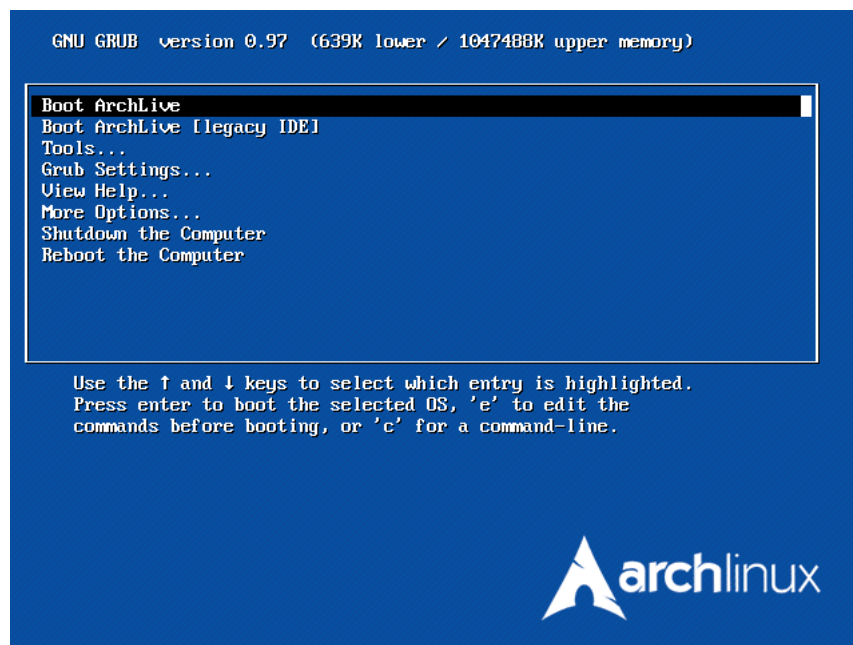
instalačních balíčků. Při použití CORE instalace jsou balíčky instalovány z instalačního CD, kde jsou přiloženy. FTP instalace obsahuje pouze instalační program a balíčky jsou staženy z internetu. Výhodou je ihned aktuální systém po instalaci. Instalační obraz lze získat z oficiálních stránek distribuce, případně na přiloženém CD v adresáři `archlinux`.

V našem projektu je použita instalace verze **i686** z **USB!** klíčenky. Je to z důvodu přetížení **ATX!** zdroje při připojení optické mechaniky.

5.1.1 Instalace distribuce Archlinux

Kompletní popis celé instalace a řešení možných problémů lze najít na oficiálních stránkách distribuce [4], případně její kopii lze nalézt na přiloženém CD v adresáři `archlinux/Official_Arch_Linux_Guide`. Dále jsou na přiloženém CD v adresáři `archlinux/install_screenshots` uloženy sejmuté obrazovky během průběhu instalace.

Tato kapitola si neklade za cíl nahradit plnohodnotnou oficiální instalační příručku, pouze jsou zde popsány kroky, se kterými byl operační systém v našem projektu nainstalován a nakonfigurován.



Obr. 5.2: Bootovací menu do instalačního prostředí

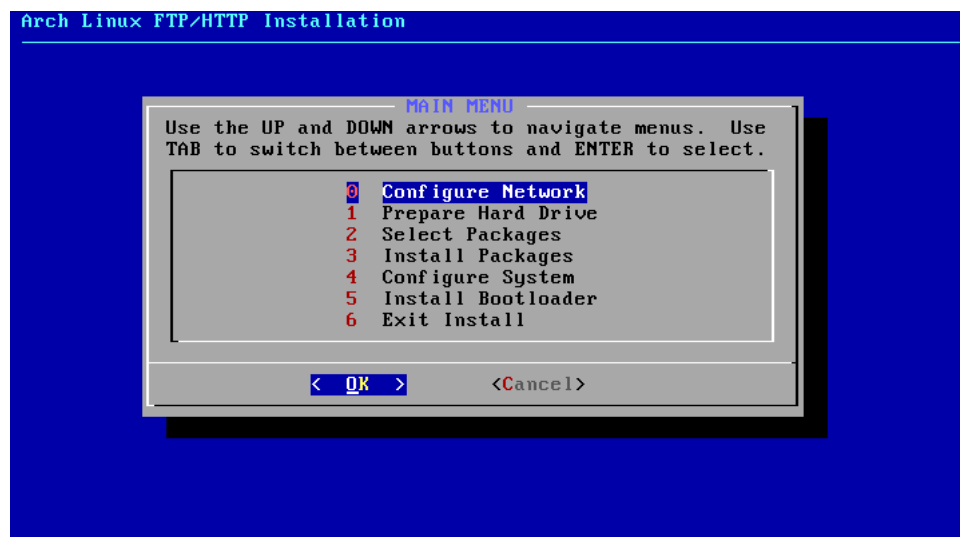
Po zapnutí počítače s vloženým instalačním médiem distribuce Archlinux je v případě správné konfigurace pořadí bootování zobrazeno hlavní menu programu GRUB

(zavaděče jádra), viz obrázek č. 5.2. Zde je možné zvolit jádro, které bude nabootováno, případně spustit diagnostické nástroje pro hardware (například **MemTest**). V našem případě lze vybrat standardní jádro **Archlive** (první volba).

Po úspěšném nabootování do instalačního prostředí je nutné se přihlásit jako superuser (uživatel **root**). Samotná instalace je provedena pomocí textového průvodce. Lze jej spustit příkazem:

```
[root@archlive ~]# /arch/setup
```

První otázkou, kterou instalační program položí, je umístění zdrojových balíčků. Při výběru FTP umístění budou balíčky staženy z internetového repozitáře, v případě nedostupného připojení k internetu lze vybrat druhou možnost. Na obrázku č. 5.3 je zobrazeno hlavní menu instalačního programu. Instalace se skládá z několika tematicky oddělených kroků.



Obr. 5.3: Hlavní menu instalačního programu

V úvodní části průvodce je nastavení sítě (nutné pokud chceme instalovat balíčky z FTP serveru). V tomto průvodci je nejprve zapotřebí vybrat příslušné síťové rozhraní a metodu konfigurace (statická nebo DHCP). Nastavení sítě lze ověřit přepnutím se do jiné konzole (například klávesovou zkratkou **ALT+F2**) a otestovat spojení (například příkazem **ping www.archlinux.org**).

První část instalačního průvodce se zabývá přípravou diskových oddílů. Rozdělení disku lze provést ručně nebo za pomoci autokonfigurace, která nastaví diskové oddíly dle běžného nastavení. Použitá CompactFlash karta je o velikosti 16 GB, na které jsou diskové oddíly vytvořeny dle tabulky č. 5.1.

Tab. 5.1: Přehled diskových oddílů na CompactFlash kartě

Název	Velikost	Přípojný bod	Typ
sda1	30 MB	/boot	primární, bootovatelný
sda5	7 GB	/	logický
sda6	9 GB	/home	logický

V našem projektu byla zvolena metoda ručního vytvoření diskových oddílů. Diskové oddíly lze vytvořit programem `cfdisk`, který je zachycen na obrázku č. 5.4². V dalším kroku je provedena volba souborového systému pro nově vytvořené oddíly. Standardním souborovým systémem v prostředí GNU/Linux je `ext3`, a proto je použit i v našem projektu. Posledním krokem v této části je volba přípojných bodů pro jednotlivé oddíly, viz sloupec Přípojný bod v tabulce č. 5.1.

```

cfdisk (util-linux-ng 2.13.0.1)

Disk Drive: /dev/sda
Size: 17179869184 bytes, 17.1 GB
Heads: 255 Sectors per Track: 63 Cylinders: 2088

```

Name	Flags	Part Type	FS Type	[[Label]]	Size (MB)
sda1	Boot	Primary	Linux		32.91
sda5		Logical	Linux		6999.72
sda6		Logical	Linux		10141.78

```

[Bootable] [ Delete ] [ Help ] [Maximize] [ Print ]
[ Quit ] [ Type ] [ Units ] [ Write ]

Write partition table to disk (this might destroy data)_

```

Obr. 5.4: Program `cfdisk`

Další položka v menu průvodce se nazývá `Select packages`. Zde je nejprve nutné určit mirror server s repozitářem balíčků. Lze například vybrat server ČVUT v Praze (`ftp://ftp.sh.cvut.cz`). Následně je stažen aktuální seznam balíčků. Zde je nabídnuta možnost nainstalovat balíčky z kategorie `base-devel`, kde jsou nástroje pro vývoj software. Tuto nabídku lze přeskočit a nabízené balíčky nainstalovat dodatečně, případně vybrat jen některé balíčky. Z důvodu provádění veškerých softwarových prací na robotu vzdáleně přes síť je potřeba z této kategorie vybrat balíček `openssh-server`.

V třetí části instalačního průvodce je započato stahování balíčků z internetového repozitáře. Na konzoli číslo 5, kam se lze přepnout klávesovou zkratkou `ALT+F5`, lze

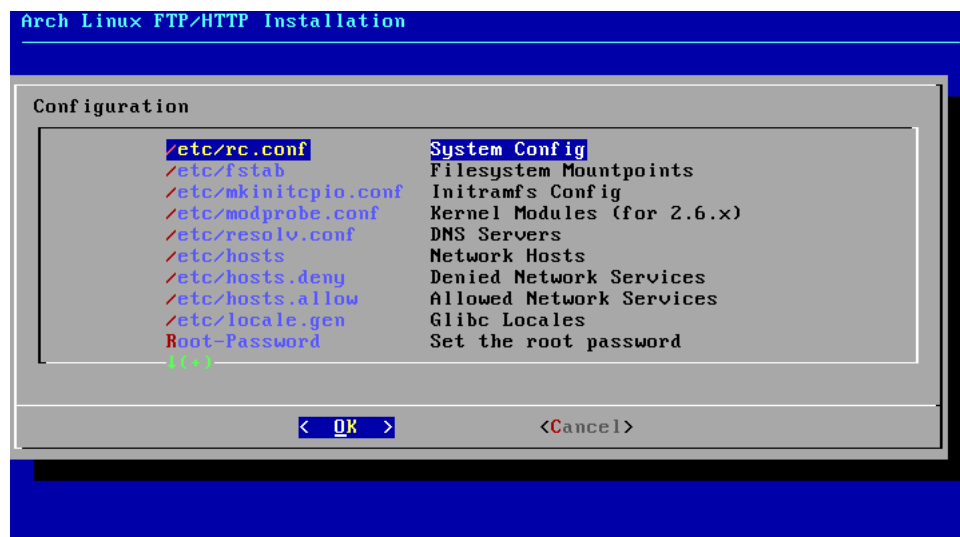
²Pro snazší čitelnost jsou barvy (na obrázcích zachycujících konzolové programy) invertovány.

zobrazit průběh stahování jednotlivých balíčků (viz. obrázek č. 5.5). Přepnutí zpět do konzole s instalačním průvodcem lze provést klávesovou zkratkou ALT+F1.

```
cracklib-2.8.13-1-i686 431.4K 180.9K/s 00:00:02 [#####] 100%
gcc-libs-4.3.2-1-i686 1689.5K 183.3K/s 00:00:09 [#####] 100%
db-4.7.25-1-i686 3.9M 183.5K/s 00:00:22 [#####] 100%
pam-1.0.2-2-i686 518.9K 181.5K/s 00:00:03 [#####] 100%
coreutils-6.12-1-i686 3.5M 173.3K/s 00:00:21 [#####] 100%
findutils-4.4.0-1-i686 325.6K 150.8K/s 00:00:02 [#####] 100%
sed-4.1.5-3-i686 98.2K 179.1K/s 00:00:01 [#####] 100%
run-parts-2.30-1-i686 7.6K 124.7K/s 00:00:00 [#####] 100%
openssl-0.9.8i-2-i686 2.9M 182.5K/s 00:00:16 [#####] 100%
ca-certificates-200... 123.9K 177.3K/s 00:00:01 [#####] 100%
cpio-2.9-3-i686 112.8K 181.4K/s 00:00:01 [#####] 100%
device-mapper-1.02.... 119.6K 184.2K/s 00:00:01 [#####] 100%
_e2fsprogs-1.41.3-2-i686 1200.0K 191.7K/s 00:00:00 [#####] 95%
```

Obr. 5.5: Průběh stahování jednotlivých balíčků

Čtvrtá, nejdůležitější, část obsahuje průvodce pro samotné nastavení systému. Je zde nabídnuta možnost spuštění nástroje hwdetect pro detekci hardware. Dále je možné zvolit podporu bootování z USB, FireWire nebo PCMCIA zařízení, síťových disků a nebo ze softwarových diskových polí. Při použití CompactFlash karty není potřeba žádného speciálního nastavení. Pouze při nainstalovaném systému na USB flash discích bylo nutné zvolit podporu pro bootování z USB zařízení.



Obr. 5.6: Nabídka pro editaci hlavních konfiguračních souborů

V druhé polovině této části je nabídnuto editovat několik důležitých konfiguračních souborů, viz. obrázek č. 5.6. Všechny tyto soubory lze dodatečně editovat v samotném systému. Zde je vhodné založit heslo pro uživatele `root`. Volitelně lze nastavit síťové připojení a automatické spuštění služby `sshd` po startu systému. Tímto lze umožnit provádění veškerých dalších softwarových prací na robotu pomocí vzdáleného přístupu programem `ssh`. Konfigurační soubory konečného nastavení systému, jsou uloženy v adresáři `archlinux/konfiguracni_soubory` na přiloženém CD. Jelikož přiložené konfigurační soubory obsahují i jiná nastavení, které již předpokládají nainstalované další balíčky, je vhodné tyto konfigurační soubory upravit přímo v nainstalovaném systému, namísto jejich zkopírování. Pro nastavení vzdáleného přístupu je nutné změnit konfigurační soubory `/etc/rc.conf` (nastavení sítě a automatické spuštění daemona po startu), `/etc/resolv.conf` (nastavení DNS serveru v případě statické konfigurace IP adresy) a `/etc/hosts.allow` (povolení programu `sshd` ve firewallu):

- Automatický start `sshd` (`/etc/rc.conf`):

```
DAEMONS=( ... sshd ... )
```

- Nastavení IP adresy pomocí DHCP serveru (`/etc/rc.conf`):

```
eth0="dhcp"
```

- Nastavení statické IP adresy (`/etc/rc.conf`):

```
eth0="eth0 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255"
gateway="default gw 192.168.0.254"
ROUTES=(gateway)
```

- Nastavení DNS serveru v případě statické IP adresy (`/etc/resolv.conf`):

```
nameserver 192.168.0.254
```

- Povolení `sshd` ve firewallu (`/etc/hosts.allow`):

```
sshd: ALL: ALLOW # Allow all
sshd: 192.168.0.0/255.255.255.0: ALLOW # Only 192.168.0.X
```

V závěrečné části instalačního průvodce je zapsán zavaděč do MBR disku. V současné době jsou používány dva zaváděcí programy: GRUB a LiLo. V této instalaci byl použit program GRUB.

Po ukončení instalačního průvodce lze příkazem **restart** opustit live prostředí pro instalaci a následně ověřit správnost nainstalovaného systému. Pokud byla instalace provedena správně, měla by být po startu systému zobrazena výzva pro přihlášení. Před samotným umístěním základní desky do konstrukce robota je vhodné otestovat funkčnost SSH připojení. V případě vzdáleného přístupu z prostředí GNU/Linux lze použít příkaz "**ssh root@ip_adresa_robota**", v případě systému Microsoft Windows lze použít program Putty ³, který je umístěn na přiloženém CD v adresáři **nastroje/putty.exe**.

V případě problémů odkazují na oficiální stránky této distribuce [4], případně na české stránky www.archlinux.cz věnující se této distribuci, na kterých je diskusní fórum, kde je možné položit dotaz.

5.2 Konfigurace systému

5.2.1 Zrychlení startu systému

Výchozí konfigurace nainstalovaného systému je optimalizována pro použití na stolních počítačích. Je proto nutné provést několik úprav za účelem snížení elektrické spotřeby a zajištění rychlejšího startu systému.

Spouštěcí dobu systému lze výrazně zkrátit optimalizací jádra a vypnutím nepotřebných služeb, případně nastavením souběžného paralelního startu s jinými službami.

Po zapnutí počítače je nejprve zobrazeno hlavní menu zavaděče GRUB, které je standardně zobrazeno po dobu 5 sekund. Jelikož je možné k této nabídce přistupovat pouze přímo z PC, nikoliv vzdáleně přes síťové připojení, lze tento časovač snížit na kratší dobu. Toto lze provést editací souboru **/boot/grub/menu.lst**, volba **timeout** (udávána v sekundách).

V distribuci Archlinux jsou v zavaděči standardně na výběr dvě jádra. První (výchozí) je určeno pro běžný provoz a druhé (Fallback) je určeno pro řešení případných problémů se systémem (lze jej přirovnat k záchrannému režimu v systémech Microsoft Windows). Konfigurační soubor pro výchozí jádro je umístěn v **/etc/mkinitcpio.conf**. Zde jsou určeny moduly, které je potřeba přidat do jádra systému, aby bylo schopné nabootovat. Při kompilaci jádra lze vybrat, zda bude daný ovladač vložen přímo do jádra, nebo bude zkompileován jako samostatný modul. Obecně platí, že jádro by mělo být co nejmenší. Lze toho dosáhnout tak, že do jádra jsou přidány pouze ovladače pro řadič disku a souborový systém. Ostatní moduly jsou pak nahrávány z již připojeného souborového systému. Ve výchozím

³<http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/>

nastavení jsou obě jádra nakonfigurována univerzálně, aby mohla být spuštěna na různých zařízeních, proto obsahují i nepotřebné ovladače. V konfiguračním souboru pro výchozí jádro je tedy nutné zadat pouze ty moduly, které jsou určeny pro námi použitý hardware a jsou nezbytné pro připojení diskových oddílů na CompactFlash kartě. V našem případě jsou to moduly `sd_mod` a `sata_nv`, které jsou potřebné pro řadič disku a modul `ext3`, který je ovladačem pro použitý souborový systém. Konfigurační řádky budou vypadat následovně:

```
MODULES="sd_mod sata_nv ext3"
HOOKS="base"
```

Po uložení tohoto konfiguračního souboru je nutné vygenerovat nové jádro dle upraveného nastavení příkazem:

```
[root@TIM2_robot ~]# mkinitcpio -g /boot/kernel26.img
```

Nově vytvořené jádro je použito při následujícím spuštění systému. Problém s bootováním nového jádra lze vyřešit pomocí Fallback jádra, které lze vybrat z hlavního menu zavaděče. Zde je možné upravit konfigurační soubor pro hlavní jádro a spustit vygenerování jádra znovu.

Instalace `bash-completion`

Balíček `bash-completion` slouží k urychlení a zjednodušení psaní příkazů a jejich voleb v příkazovém řádku. Během psaní příkazů lze stisknutím klávesy TAB dokončit právě rozepsaný příkaz, nebo název souboru.

```
[root@TIM2_robot ~]# pacman -S bash-completion
```

Na konec konfiguračního souboru profilu `/etc/profile` přidáme následující kód:

```
if [ -f /etc/bash_completion ]; then
    . /etc/bash_completion
fi
```


6 NÁVRH ŘEŠENÍ PROGRAMOVÉHO VYBAVENÍ

Software pro řízení mobilního robota, se jeví nejvýhodněji řešit pomocí modelu klient a server, s použitím komunikace pomocí socketů.

V robotu bude spuštěna serverová část, do které budou po spuštění nahrány moduly, pomocí kterých bude zprostředkována komunikace s daným hardwarem. S touto službou bude možné komunikovat pomocí stanoveného komunikačního protokolu. Služba by měla být schopna obsloužit více klientů a zajistit tak možnost současného ovládání řídicím programem v robotu a sledování dění v robotu na vzdálené stanici.

V klientské části budou implementovány veškeré řídicí a pomocné algoritmy pro řízení robota. Vstupní a výstupní data bude tato klientská část získávat ze serverové části. Případně lze specifikovat pro dané zařízení adresu serveru (localhost nebo vzdálená stanice) a obsluhovat tak hardware připojený k různým strojům. Praktické využití bude například pro obsluhu druhé GPS a případně i joysticku, které budou připojeny u vzdálené stanice a ostatní hardware by byl připojen přímo od robota.

6.1 Popis knihoven pro přístupu k hardware

6.1.1 Sériový port a komunikační protokol

Pro komunikaci se zařízeními prostřednictvím sériového protokolu je třeba definovat komunikační protokol. Požadavkem je jednoduchost, snadná implementace v mikrokontrolerech a odolnost proti chybám při přenosu, kterými je myšleno například přerušení komunikace nebo příchod chybných dat vlivem rušení. Obecně platí pravidlo, čím spolehlivější protokol bude, tím větší budou i jeho režijní náklady. Byl tedy navržen jednoduchý protokol, který pouze dokáže odhalit chyby vzniklé při přenosu a případně poškozenou zprávu zahodit. Přenášená zpráva se skládá z pěti částí, viz obrázek č.: 6.1.



Obr. 6.1: Sériový protokol - zpráva

Přenos zprávy je zahájen startovacím bajtem (0x01). Jejich velikost není nijak implementačně omezena. Je nutné ale brát v úvahu zvyšující se pravděpodobnost výskytu chyb při odesílání dlouhých zpráv. Poté následuje bajt zahajující přenos kontrolního součtu (0x02) a nakonec je zpráva zakončena stop bajtem (0x03). Kolize těchto řídicích znaků s přenášenými daty je řešena zavedením speciálního prefix bajtu (0x00). Ten bude vložen před kolizní znak a tento kolizní znak bude bitově negován. Při příjmu zprávy je prefix bajt ignorován a následující přijatý znak je před uložením bitově negován zpět. Mechanismus přijímání zpráv je vynulován příchodem stop bajtu nebo startovacího bajtu a výstupní řetězec je vyprázdněn. Pokud výstupní řetězec není prázdný a mechanismus je nulován start bajtem, pravděpodobně byl přenos předchozí zprávy nedokončen úspěšně a lze generovat informaci o výskytu chyby. Zpráva je považována za kompletně přenesenou pouze po příchodu stop bajtu. Příchodem stop bajtu je vypočítán kontrolní součet zprávy a porovnán s přijatým kontrolním součtem. V případě nesouhlasu kontrolního součtu lze rovněž generovat informaci o chybě.

7 POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ

Počítačové vidění je disciplína, která se snaží technickými prostředky alespoň částečně napodobit lidské vidění. – V. Hlaváč, M. Šonka – Počítačové vidění.

Počítačové vidění lze rozdělit na nižší a vyšší úroveň. Cílem nižší úrovně je analýza vstupních dvojrozměrných obrazových dat číselného charakteru a nalezení kvantitativní symbolické informace potřebné pro vyšší úroveň. Zde jsou zahrnuty operace například pro odstranění šumu, geometrická korekce, odlišení snímaného objektu od pozadí a případně i rozpoznání jednoduchých objektů. Vyšší úroveň se zabývá porozuměním obsahu v obrazové informaci s využitím umělé inteligence a znalostních systémů.

Vstupní obrazové informace mohou být děleny na statické nebo dynamické (s časem proměnné), monochromatické (skalární obrazová funkce) nebo vícespektrální (vektorová obrazová funkce). Pro zjednodušení úlohy analýzy dynamických obrazů lze pracovat s rozloženou sekvencí jednotlivých statických obrazů a při analýze vícespektrálních obrazů lze pracovat s oddělenými monochromatickými obrazy.

Posloupnost operací v počítačovém vidění lze rozdělit do těchto základních kroků:

- Sejmutí, digitalizace a uložení obrazu,
- Předzpracování,
- Segmentace obrazu na objekty,
- Popis objektů,
- Porozumění obsahu obrazu.

Sejmutí, digitalizace a uložení obrazu

Při snímání se převádějí měřené veličiny (jas, intenzita rentgenového záření, ultrazvuk, tepelné záření apod.) na elektrický signál. Obraz reálné scény lze snímat v jednom nebo více spektrech. Pro barevný obraz stačí tři základní barvy červená, zelená a modrá. Digitalizace spočívá ve vzorkování monochromatického obrazu (analogového) do diskrétního tvaru. Výstupem je obrazová funkce dvou proměnných (souřadnic v obraze).

Předzpracování

Cílem předzpracování je potlačit šum a zkreslení vzniklé při digitalizaci a během přenosu obrazu, případně zvýraznění objektů od pozadí a hledání hran.

Segmentace obrazu na objekty

Segmentace obrazu hledá v obraze objekty, které jsou z hlediska dalšího zpracování důležité. Zde je využívána sémantiky – znalosti interpretace obrazu.

Popis objektů

Popsat nalezené objekty lze kvantitativně (číselné charakteristiky) nebo kvalitativně (relace mezi objekty).

Porozumění obsahu obrazu

Klasifikovat objekty lze dle různých kritérií (tvaru, velikosti, barvy apod).

8 ZÁVĚR

Moje semestrální práce se zabývala výběrem hardware pro PC část a příprava softwarového vybavení. Robot byl z námi vybraného hardwaru sestaven, naprogramován a zúčastnili jsme se s ním fakultního kola robotické soutěže, kde jsme získali druhé místo. Z důvodu chybějící části senzorického subsystému a GPS navigace bylo použito pouze řešení úlohy pomocí zapamatování předem projeté trasy.

Účastí v soutěži jsme si ověřili schopnost robota vykonávat naplánované činnosti. Zároveň se projevíly některé nedostatky a problémy, které bude nutné dále řešit. Například poškozená USB flash paměť a porucha ve výkonové části pro ovládání motoru pohonu. Výše uvedené problémy byly řešeny změnou technologie pevného disku (CompactFlash karta místo USB) a změnou konstrukce výkonových můstků. Tímto je robot opět schopen provozu.

Navazující bakalářská práce se bude zabývat částí rozpoznání obrazu získaných z kamery a využitím získaných dat ze senzorického subsystému a GPS navigace pro řídicí algoritmy. Tím se zvýší schopnost robota autonomně se pohybovat v daném prostředí.

LITERATURA

- [1] MATHEW, N., STONES, R. a kolektiv *LINUX Programujeme profesionálně*. Brno: Computer Press, 1077 s. ISBN 80-7226-532-6.
- [2] MITCHELL, M., OLDHAM, J., SAMUEL, A. *Pokročilé programování v operačním systému Linux*. Praha: Softpress 2002, 320 s. ISBN 80-86497-29-1.
- [3] HLAVÁČ, V., ŠOŇKA, M *Počítačové vidění*. Brno: Grada 1992, 272 s. ISBN 80-85424-67-3.
- [4] *Official Arch Linux Install Guide*.
URL: <http://wiki.archlinux.org/index.php/Official_Arch_Linux_Install_Guide>
[cit. 16. 12. 2008].

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

GPS	Global Positioning System – Celosvětový družicový navigační systém
PC	Personal Computer – Osobní počítač
CCD	Charged Coupled Device – Prvek s vázaným nábojem
TDP	Thermal Design Power – Tepelný výkon
LAN	Local Area Network – Místní síť
PCI	Peripheral Component Interconnect
SATA	Serial Advanced Technology Attachment
PATA	Paralell Advanced Technology Attachment
USB	Universal Serial Bus
BIOS	Basic Input Output System
RAM	Random Access Memory
IDE	Integrated Drive Electronics
DMA	Direct Memory Access
ATX	Advanced Technology Extended
WI-FI	Wireless-Fidelity
SSD	Solid State Drive
UTP	Unshielded Twisted Pair – Nestíněná kroucená dvojlinka