

# Riadenie robota pomocou platformy Android

<sup>1</sup>Tomáš DUPLINSKÝ, <sup>2</sup>Peter PAPCUN, <sup>3</sup>Ján JADLOVSKÝ

<sup>1,2,3</sup>Katedra kybernetiky a umelej inteligencie, FEI TU v Košiciach, Slovenská republika

<sup>1</sup>tomas.duplinsky@student.tuke.sk, <sup>2</sup>peter.papcun@tuke.sk, <sup>3</sup>jan.jadlovsky@tuke.sk

**Abstrakt** — Predkladaný článok sa zaoberá riadením robota Mitsubishi RV – 2SDB využitím platformy Android. Článok sa zaoberá popisom komunikačných väzieb a vysvetleniu princípu riadenia robota v reálnom čase. Zároveň stručne charakterizujeme funkcionality navrhnutých aplikácií.

**KLúčové slová** — robot, riadenie, Android, bluetooth.

## I. ÚVOD

Súčasnosť je charakterizovaná prudkým rozvojom informačných a telekomunikačných technológií. Zariadenia využívajúce operačný systém Android sú výkonné mobilné počítače s možnosťou stáleho pripojenia na internet a s bohatou paletou zabudovaných senzorov. Tieto zariadenia sú zaujímavé z hľadiska robotiky okrem iného aj pre množstvo komunikačných rozhraní, medzi ktoré patria WiFi, Bluetooth, GSM/UMTS a USB, a pre integrované senzory, ako akcelerometer, gyroskop, GPS. Na rozšírení inteligentných mobilných zariadení má svoj podiel jednak zdokonaľovanie a miniaturizácia technológií, a jednak rozvoj internetovej infraštruktúry. Android patrí medzi najpopulárnejšie mobilné operačné systémy predovšetkým pre jeho výkonnostné kapacity a otvorenú architektúru.

Neustály vývoj v oblasti komunikačných technológií a robotiky, vedie k otázkam možnosti vzájomného využitia v praxi. Predkladaný článok sa zameriava najmä na spojenie inteligentného telefónu s operačným systémom Android a využitie tohto spojenia na riadenie robota MELFA RV – 2SDB od spoločnosti Mitsubishi.

Cieľom článku je poukázať na vytvorenú aplikáciu pre operačný systém Android, ktorá umožňuje riadenie vzdialeného robota v reálnom čase a komunikačné väzby medzi prvkami systému. Článkom chceme poukázať na nové možnosti a prístupy k riadeniu robotických zariadení, ako aj na možnosti ponúkané robotom RV – 2SDB.

## II. KOMUNIKAČNÉ VÄZBY

### *Popis systému*

Systém, pre ktorý bola navrhnutá aplikácia pod OS Android s názvom RobotControl je znázornený na Obr. 1. Systém pozostáva z riadiacej jednotky CR1D – 700, ktorá je prepojená s robotom MELFA RV – 2SDB prostredníctvom špeciálneho kábla dodaného spoločnosťou Mitsubishi. Riadiaca jednotka komunikuje s lokálnym počítačom prostredníctvom rozhrania Ethernet konkrétne typu 1000Base - T s využitím protokolu UDP. Lokálny počítač zabezpečuje komunikáciu medzi riadiacou jednotkou robota a mobilným zariadením prostredníctvom aplikácie Jupiter a integrovaného modulu Ganymedes, pričom sa využíva Bluetooth komunikačné rozhranie s protokolom RFCOMM.

### *Riadenie robota v reálnom čase*

Programovací jazyk MELFA V pre riadiacu jednotku CR1D – 700 ponúka funkciou MXT (*Move External*). Táto funkcia umožňuje vzdialené riadenie robota v reálnom čase prostredníctvom komunikačného rozhrania Ethernet a protokolu UDP. Túto funkciu sme využili v rámci komunikácie medzi riadiacou jednotkou a lokálnym počítačom. V súvislosti

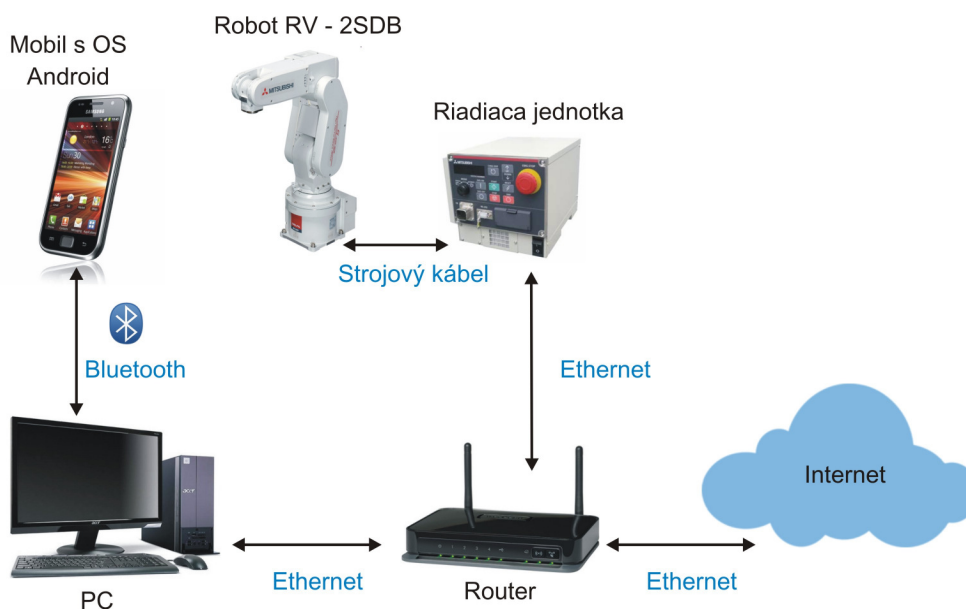
s komunikáciou sme využili špeciálnu štruktúru komunikačného paketu, ktorá je definovaná spoločnosťou Mitsubishi.

#### *Algoritmus komunikácie v reálnom čase*

V prvom rade sa inicializuje komunikácia na strane riadiacej jednotky s príslušným programom obsahujúcim funkciu MXT. Pri spustení riadiaceho programu v riadiacej jednotke sa otvorí komunikačný port a vykoná sa inicializácia. Program následne čaká na spojenie a prichádzajúce dáta (štartovací paket) zo strany PC. Spustením vytvorenej aplikácie sa na strane PC inicializuje komunikácia využívajúca protokol UDP. Následne sa vytvorí štartovací paket, ktorý informuje riadiacu jednotku o prichádzajúcich riadiacich paketoch. Tento paket sa odošle do riadiacej jednotky.

Riadiaca jednotka prijme štartovací paket a odpovedá v podobe informácií o polohe robota, ktoré zasiela späť do PC. Typ kontrolných informácií o polohe robota, ktoré sa zasielajú späť do PC závisí od konfigurácie paketu. Prijatím potvrdzovacieho paketu (vrátane kontrolných dát z riadiacej jednotky) prebieha komunikácia rovnakým spôsobom s tým rozdielom, že sa mení typ paketu zo štartovacieho na riadiaci. To znamená, že po prijatí komunikačného paketu do riadiacej jednotky dochádza k vykonaniu pohybu ramena robota v závislosti od pozičných dát, ktoré sú uložené v prijatom riadiacom pakete. Následne riadiaca jednotka odpovedá aktuálnou polohou robotického ramena, v závislosti od konfigurácie komunikačného paketu a zvolených typov kontrolných dát, ktoré užívateľ nastaví podľa potrieb kontroly a monitorovania pozície robota.

Pred ukončením programu sa na strane PC vytvorí ukončovací paket, ktorý sa odošle do riadiacej jednotky, ktorú informuje o ukončení komunikácie. Táto komunikácia je jednosmerná, pretože riadiaca jednotka už neodpovedá na ukončovací paket. Následne sa ukončí program v riadiacej jednotke aj na strane PC.



Obr. 1 Schéma prepojenia jednotlivých prvkov systému

### III. REALIZÁCIA ARCHITEKTÚRY SYSTÉMU

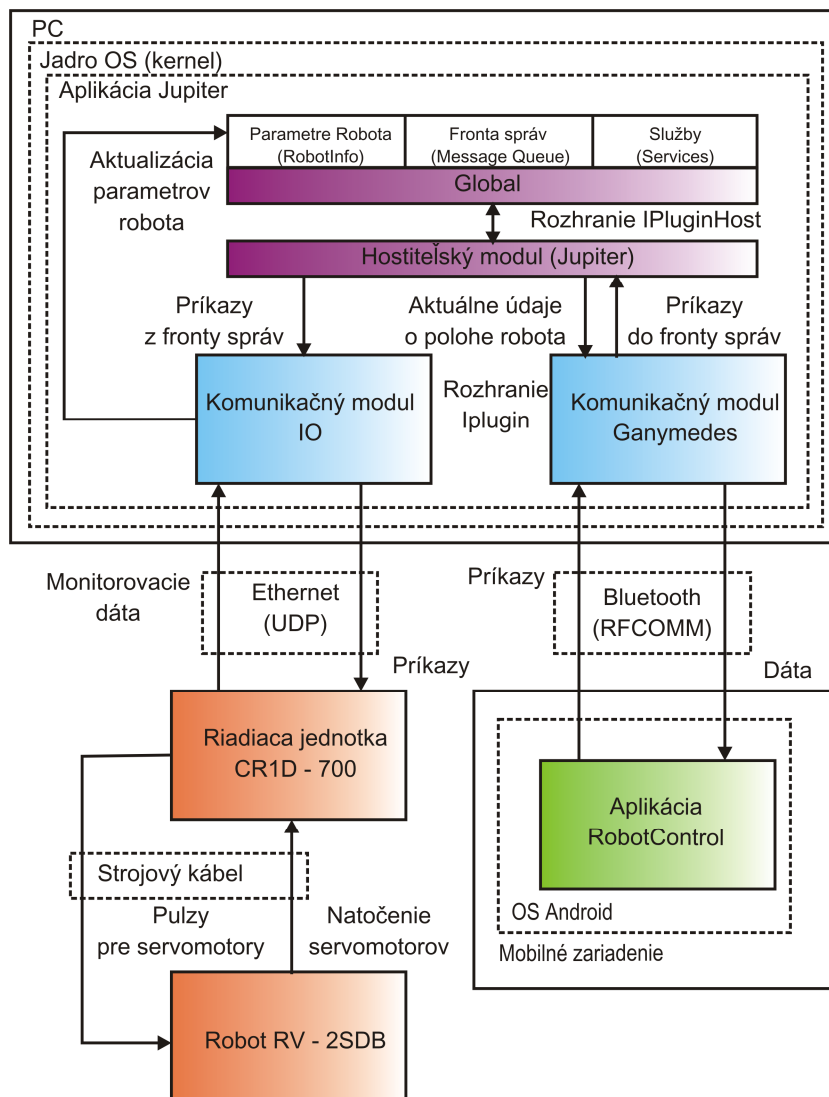
Pred samotnou realizáciou navrhnutých aplikácií bolo potrebné vyriešiť otázku, ako prebehne komunikácia a dátový tok medzi navrhnutými aplikáciami. Na Obr. 2 je znázornená bloková schéma komunikačného a dátového toku celého systému.

Z blokovej schémy (Obr. 2) je zrejme, že v systéme máme tri uzavreté obvody. Prvý uzavretý obvod predstavuje spätnoväzobná slučka medzi riadiacou jednotkou CRIDA – 700 a robotom RV – 2SDB. Riadiaca jednotka posiela pulzy pre jednotlivé servomotory robota pričom robot odpovedá riadiacej jednotke v podobe informácií o aktuálnom natočení jednotlivých servomotorov. Táto interná spätnoväzobná slučka je daná spoločnosťou Mitsubishi. Komunikácia medzi riadiacou jednotkou a robotom je realizovaná prostredníctvom strojového

kábla, ktorý bol súčasťou dodávky od spoločnosti Mitsubishi.

Druhý uzavretý obvod pozostáva z komunikačného modulu Ganymedes a riadiacej jednotky robota. Komunikačný modul Ganymedes, vysiela riadiace povely na zmenu pozície robota prostredníctvom IO komunikačného modulu, pričom riadiaca jednotka informuje komunikačný modul o aktuálnej polohe robota. Komunikácia v tomto prípade prebieha prostredníctvom Ethernetu.

Tretí uzavretý obvod pozostáva z komunikačného modulu Ganymedes a aplikácie RobotControl na strane mobilného zariadenia. Prostredníctvom aplikácie RobotControl užívateľ zadáva riadiace povely na zmenu pozície robota, ktoré sa odosielajú do komunikačného modulu Ganymedes. Následne tento modul poskytuje všetky potrebné dáta aplikácii RobotControl, ktoré sú nevyhnutné pre riadenie robota v reálnom čase. Komunikácia prebieha prostredníctvom bluetooth rozhrania.



Obr. 2 Komunikačný a dátový model

### Popis funkčných blokov systému

Komunikačný systém Jupiter je navrhnutý pre zabezpečenie komunikácie PC s riadiacou jednotkou. Je to modulárny systém. Znamená to, že umožňuje definovať funkcie, ktoré následne môžeme „zabalit“ do modulov, pričom tieto moduly fungujú ako nezávislé entity (pluginy) v systéme. Jednotlivé moduly komunikujú prostredníctvom hostiteľského modulu Jupiter, ktorý im poskytuje svoje služby (Služby, Fronta správ).

Komunikačný modul Ganymedes zabezpečuje komunikáciu a výmenu dát s mobilným zariadením. Modul zabezpečuje spracovanie všetkých príkazov a požiadaviek zo strany mobilného zariadenia a zároveň odpovedá na tieto požiadavky. Komunikačný modul umožňuje nahrávanie sekvencií pohybu robota do súborov. Tieto sekvencie je možné využiť pre iné

aplikácie. Modul Ganymédes komunikuje s IO komunikačným modulom, ktorému predáva riadiace povely na zmenu pozície robota, ktoré prijíma zo strany mobilného zariadenia.

IO komunikačný modul zabezpečuje komunikáciu s riadiacou jednotkou, ktorá zahŕňa vytvorenie, udržiavanie a ukončenie komunikácie. Zabezpečuje odosielanie informačných alebo riadiacich paketov (odosiela štartovací, riadiaci a ukončovaci paket). Modul vyčítava príkazy z fronty správ (*Message Queue*) a posíla ich do riadiacej jednotky. Poskytuje možnosť konfigurácie pripojenia. Aktualizuje globálnu triedu RobotInfo (parametre robota) na základe odpovedí z riadiacej jednotky.

Aplikácia RobotControl (Obr. 3) bola navrhnutá pre OS Android. Prostredníctvom tejto aplikácie je užívateľ schopný vzdialene riadiť robota v reálnom čase. Z pohľadu komunikácie môže aplikácia vystupovať v pozícii klienta ale aj servera. Aplikácia obsahuje grafické rozhranie pre definovanie typu riadenia (pozičné dáta, natočenie jednotlivých kĺbov robota). Pre samotné riadenie robota sú k dispozícii príslušné tlačidlá, prostredníctvom ktorých môže užívateľ riadiť natočenie jednotlivých kĺbov robota. Informácie o aktuálnej polohe robota má užívateľ priamo na obrazovke mobilného zariadenia, vďaka čomu môže plnohodnotne riadiť pohyb robota. Aplikácia má integrovanú funkcionálnu pre vzdialené spúšťanie rôznych sekvencií pohybu robota.



Obr. 3 Aplikácia RobotControl

#### IV. ZÁVER

V prvom rade sa podarilo správne navrhnuť a realizovať komunikáciu medzi riadiacou jednotkou robota a mobilným zariadením. Využili sme komunikačný systém Jupiter a taktiež bluetooth komunikáciu s komunikačným protokolom RFCOMM. V rámci aplikácie Jupiter sa nám podarilo realizovať komunikačný subsystém Ganymedes, ktorý nám sprostredkúva komunikáciu medzi riadiacou jednotkou a mobilným zariadením.

Ďalším kľúčovým bodom bol návrh a realizácia aplikácie pod OS Android, ktorá poskytuje jednoduché a intuitívne rozhranie. Aplikácia ponúka plnohodnotné riadenie robota v reálnom čase. Poslednou charakteristickou črtou modulu Ganymedes je práca so sekvenciami pohybu robota. V komunikačnom module Ganymedes sa vytvorila funkcionálna, ktorá zabezpečuje nahrávanie sekvencie pohybu robota do súborov. Môžeme taktiež pracovať so súborami a spúšťať uložené sekvencie zo strany modulu Ganymedes ako aj zo strany mobilného zariadenia. V súvislosti so spúšťaním sekvencií z mobilného zariadenia vidím uplatnenie takéhoto prístupu v oblastiach, kde je potrebné dynamicky meniť výrobu a rýchlo meniť algoritmy v riadiacich jednotkách.

## POĎAKOVANIE

Táto práca bola vytvorená realizáciou projektu Rozvoj Centra informačných a komunikačných technológií pre znalostné systémy (kód ITMS projektu: 26220120030) na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## REFERENCIE

- [1] DUPLINSKÝ, T.: Riadenie robota pomocou platformy Android, Diplomová práca, Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2012, 94s.
- [2] PAPCUN, P.: Riadenie robota integrovaného v pružnej výrobníj linke, Diplomová práca, Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2011, 95s.
- [3] ADAMONDY, P.: Riadenie robota rozpoznávaním ľudských pohybov pomocou zariadenia Kinect, Diplomová práca. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2012., 76s.
- [4] PAPCUN, P. – ČOPÍK, M.: Remote control of Mitsubishi industrial robot, In: SCYR 2012: 12th Scientific Conference of Young Researchers of Faculty of Electrical Engineering and Informatics Technical University of Košice: FEI TU, 2012 - ISBN 978-80-553-0644-5.