Sadržaj

Spisak skraćenica 7

Predgovor 11

1. Uvod 13

1.1 Šta su M2M komunikacije? 13
1.2 Odnosi M2M, WSNs, CPS i IoT 14
1.3 Primeri primene M2M komunikacija 19
1.4 Uticaj pojedinih aplikacija na komunikacionu mrežu 21
1.5 Druge organizacije, udruženja i interesne grupe koje se bave M2M 23
1.6 Dalji razvoj i izazovi u M2M komunikacijama 24

2. Arhitektura i standardi M2M komunikacija 26

2.1 Uvod 26
2.2 3GPP MTC arhitektura 26
2.3 ETSI arhitektura za M2M 31
2.4 Arhitektura EXALTED sistema 36

3. M2M saobraćaj i modeli 43

3.1 Uvod 43
3.2 Elementi za modelovanje M2M saobraćaja 44
3.3 Metodologija za modelovanje saobraćaja 50
3.3.1 Beleženje saobraćaja (trejsova) 51
3.3.2 Opšte o modelovanju saobraćaja 53
3.4 Modelovanje saobraćaja u M2M 54
3.4.1 Modelovanje izvora saobraćaja 55
3.4.2 Modelovanje izvora pomoću semi-Markovljevih modela 56
3.4.3 Modelovanje združenog saobraćaja 58
3.4.4 Modelovanje izvora za koordinirani saobraćajem putem Markovski modulisanih Poasonovih procesa 60
3.5 Fitovanje modela prema zabeleženom (zapisanom) saobraćaju 64
3.6 Modelovanje M2M aplikacija 68
3.6.1 Auto-pilot scenario 68
3.6.2 Senzorski alarmi i detekcija događaja 70
3.6.3 Virtuelna trka 71

4. Sigurnost u M2M komunikacijama 75

4.1 Uvod 75
4.2. Pregled opštih pojmova 76
4,2.1 Uticaj arhitekture sistema 76
4.2.2 Tipovim napada 76
4.2.3 Tipovi napadača 77
4.2.4 Napadi na pojedine nivoe 77
4.2.5 Servisi sigurnosti 78
4.2.6 Sigurnosni protokoli i algoritmi 79

4.3 Sigurnost u M2M sistemu ... 80
4.3.1 Poverenje (*trust*) u ekosistemima ... 80
4.3.2 Zaštita ovlašćenja u toku njihovog životnog veka u M2M sistemima ... 81
4.3.3 Uvođenje (*bootstrap*) sigurnosti u M2M sistem ... 82
4.3.4 M2M sigurnost u poslednjoj milji (od WAN do LAN) ... 83
4.3.5 Neki postojeći standardi i dalji trendovi ... 84

5. ZigBee standard ... 87

5.1 Uvod ... 87
5.2 Razvoj i pojam ZigBee-a ... 87
5.2.1 Veza između ZigBee-a i IEEE 802.15.4 standarda ... 88
5.2.2 Frekvencijski opsezi rada i brzine prenosa podataka ... 89
5.2.3 Klase i tipovi ZigBee uređaja ... 90
5.2.4 Formiranje ZigBee mreže ... 90
5.2.5 Mehanizmi pristupa kanalu ... 92
5.2.6 Metode prenosa podataka ... 93
5.2.7 Sigurnost ... 94

6. Bluetooth ... 95

6.1 Uvod ... 95
6.2 Klasični Bluetooth ... 95
6.2.1 Osnovne karakteristike ... 95
6.2.2 Radio i spektar ... 96
6.2.3 Topologije ... 98
6.2.4 Konekcije ... 99
6.2.5 Prenos podataka ... 100
6.2.6 Prenos glasa ... 101
6.2.7 Kontroler (*Lower layer stack*) ... 101
6.2.8 Host (*Higher layer stack*) ... 102
6.2.9 Transportni protokoli i profili ... 103
6.2.10 Potrošnja energije ... 104
6.3 Primeri primene Bluetooth tehnologije ... 104
6.4 Ostale verzije standarda ... 105
6.4.1 Bluetooth 3.0 ... 105
6.4.2 Bluetooth 4.0 ... 105
6.4.3 Bluetooth 4.1 ... 106
6.4.4 Bluetooth 4.2 ... 106
6.5 Bluetooth Low Energy ... 106
6.5.1 Primena Bluetooth Low Energy u brizi o zdravlju ... 107

7. 6LoWPAN ... 109

7.1 Uvod ... 109
7.2 IPv4 ... 109
7.3 IPv6 ... 110
7.3.1 Prefiksi ... 111
7.3.2 Zaglavlje paketa ... 112
7.4 Bežični ugnježđeni Internet ... 112
7.5 Uloga 6LoWPAN ... 113

7.6 Razvoj 6LoWPAN i standardizacija 113
7.7 Arhitektura 6LoWPAN 114
7.7.1 6LoWPAN protokol stek i druge karakteristike 116
7.8 Neke 6LoWPAN aplikacije 117
7.8.1 Upravljanje zgradama 118

8. Bežične tehnologije kratkog dometa 120

8.1 Uvod 120
8.1.1 Pametne (*smart*) kartice 121
8.1.2 RFID 122
8.1.3 Počeci NFC 124
8.2 NFC 125
8.2.1 Standardi i razvoj NFC mobilnih telefona 126
8.3 Mobilni uređaji sa NFC tehnologijom 128
8.3.1 Sigurnosni element 129
8.3.2 NFC interfejs 130
8.3.3 Host kontroleri HCI 130
8.4 Primena RFID i NFC tehnologija 131
8.4.1 Primena RFID tehnologije u zdravstvenim sistemima 131
8.4.2 Primena RFID tehnoligije u lancima snabdevanja 132
8.4.3 Primena NFC tehnoligije 133

9. Upravljanje uređajima u M2M (OMA–DM, CoAP protokol) 135

9.1 Uvod 135
9.2 Upravljanje uređajima u M2M 136
9.3 OMA DM standard 136
9.3.1 Osnovi OMA-DM protokola 138
9.4 CoAP protokol 140
9.4.1 REST arhitektura 141
9.4.2 HTTP i REST arhitektura 141
9.4.3 Osnovi CoAP 142
9.4.4 Neke dodatne osobine CoAP 145
9.5 OMA LWM2M standard za upravljanje uređajima i aplikacijama 146
9.5.1 Osnovi OMA LWM2M standarda 147
9.5.2 Struktura OMA LWM2M protokola 148

10. M2M komunikacije za pametnu mrežu (*smart grid*) 151

10.1 Uvod 151
10.2 Osnovi pametnih mreža 153
10.3 Problemi M2M komunikacija u okviru pametne mreže 156
10.4 Bežićne komunikacione tehnologije za M2M komunikacije 159
10.5 Neki primeri M2M komunikacija u pametnoj mreži 162

11. Primena M2M komunikacija u okviru brige o zdravlju (*ehealth)* 168

11.1 Uvod 168
11.2 Mrežna arhitektura M2M komunikacija i *ehealth* 171
11.3 Kratak pregled bežičnih tehnologija 172
11.3.1 Standardi 172

11.3.2 Zaštićena (*proprietary*) rešenja 173
11.3.3 M2M pristupna komunikaciona mreža 174
11.4 Konektivnost i sigurnost u E2E rešenjima za M2M komunikacije 174
11.4.1 Integracija tehnologije za M2M komunikacije 174
11.4.2 Neki reprezentativni primeri E2E rešenja M2M za *ehealth* aplikacije 175
11.4.3 Pitanja sigurnosti i privatnosti 176
11.5 Postojeći projekti 178

Indeks 184