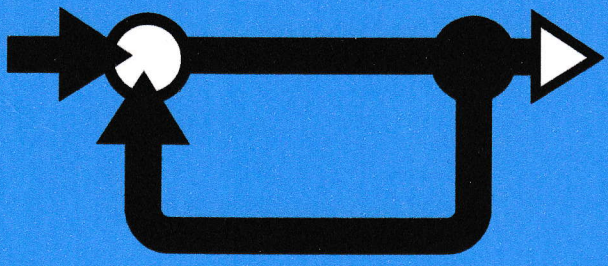
Claudiu POZNA

MODELAREA ROBOTULUI MOBIL DE TIP AUTOVEHICUL AUTONOM



MATRIX ROM
BUCUREȘTI

II 27036

Claudiu POZNA

MODELAREA ROBOTULUI MOBIL

DE TIP

AUTOVEHICUL AUTONOM



290259

MATRIX ROM
București 2020

MATRIX ROM
C.P. 16 – 162
062510 – BUCUREŞTI
tel. 021.4113617, 031.4012438, 0372743840
fax. 021.4114280
email: office@matrixrom.ro
www.matrixrom.ro

Editura MATRIX ROM este acreditată de
CONSILIUL NAŢIONAL AL CERCETĂRII ŞTIINŢIFICE DIN ÎNVĂŢĂMÂNTUL SUPERIOR

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
POZNA, CLAUDIU
Modelarea robotului mobil de tip autovehicul autonom / Claudiu Pozna. - Bucureşti : Matrix Rom, 2020
Conţine bibliografie
ISBN 978-606-25-0579-0

62

ISBN 978-606-25-0579-0

1. Cuprins

1. Introducere 7
   1.1. Roboți Mobili și Autovehicule Autonome 7
   1.2. Despre cauzalitate 9
   1.3. Obiectivele și structura lucrării 15
2. Modelarea 19
   2.1. Modelul geometric 20
      2.1.1. Mediul în care are loc locomoția 21
      2.1.2. Modelul geometric al Robotului Mobil 23
      2.1.3. Exemple, simulări 27
      2.1.4. Concluzii 28
   2.2. Modelul cinematic 29
      2.2.1. Modelul cinematic al robotului diferențial 30
      2.2.2. Modelul cinematic al robotului cu patru roți 33
      2.2.3. Alte forme ale modelului cinematic 36
      2.2.4. Exemple, simulări 38
      2.2.5. Concluzii 40
   2.3. Modelul dinamic 40
      2.3.1. Dinamica laterală 42
      2.3.2. Simularea modelului lateral dinamic 48
      2.3.3. Urmărirea unei traiectorii 49
      2.3.4. Alunecarea 51
      2.3.5. Simularea fenomenului de alunecare 56
      2.3.6. Concluzii 59
3. Traiectoriile 61
   3.1. Traiectoriile de urmărire 61
      3.1.1. Modelarea unei hărți, domeniul de locomoție 65
      3.1.2. Discretizarea domeniului 66
      3.1.3. Algoritmul A^* 68
      3.1.4. Calculul traiectoriei 72
      3.1.5. Exemple, Simulări 73
   3.2. Definirea unei traiectorii de ocolire a obstacolelor 76

3.2.1. Câmpul de potențial 76
3.2.2. Calculul traiectoriei 80
3.2.3. Exemple, Simulări 83
3.3. Corelarea traiectoriei cu modelul Robotului Mobil 85
3.3.1. Utilizarea curbelor clotoide 85
3.3.2. Exemple, Simulări 89
3.4. Concluzii 90
4. Senzorii 91
4.1. Senzori LIDAR 92
4.1.1. Modelul senzorului 93
4.1.2. Harta probabilistică, Occupancy grid 96
4.1.3. Exemple simulări 97
4.2. Alinierea măsurătorilor (scan matching) 100
4.2.1. Modelarea procedeului de aliniere 100
4.2.2. Exemple, simulări 103
4.3. Senzori odometrici 105
4.3.1. Modelare 105
4.3.2. Exemple, Simulări 106
4.4. Calibrarea 108
4.4.1. Utilizarea LSA 108
4.4.2. Simularea calibrării prin LSA 109
4.5. Concluzii 110
5. Localizarea 111
5.1. Filtrul Bayesian 112
5.1.1. Exemplul introductiv 112
5.1.2. Filtrul Bayesian, formalism 118
5.1.3. Exemple, simulări 119
5.1.4. Concluzii 122
5.2. Filtrul Kalman 123
5.2.1. Exemplul introductiv 123
5.2.2. Filtrul Kalman, formalism 133
5.2.3. Exemple, simulări 135
5.2.4. Concluzii 140
5.3. Filtrul Kalman Extins (EKF) 140

5.3.1. Exemplul introductiv 140
5.3.2. EKF formalism 144
5.3.3. Exemple, simulări 147
5.3.4. Concluzii 159
5.4. Filtrul de Particule 160
5.4.1. Exemplul introductiv 160
5.4.2. Filtrul de Particule formalism 162
5.4.3. Exemple, simulări 164
5.4.4. Concluzii 168
6. Conducerea Robotului Mobil 169
6.1. Definirea problemei 169
6.2. Arhitectura programului de conducere 171
6.2.1. Nivelul tactic al programului de control 172
6.2.2. Nivelul strategic al programului de conducere 186
6.2.3. Nivelul operațional 187
6.3. Controlul RM pe traiectorii 188
6.3.1. Diagrama Use case 188
6.3.2. Controlul RM pe o traiectorie impusă 190
RM 191
6.3.3. Controlul RM pentru eliminarea efectelor dinamice 202
6.3.4. Controlul pentru evitarea obstacolelor 206
6.4. Concluzii 210
7. SLAM 213
7.1. Introducere 213
7.2. SLAM cu EKF 214
7.2.1. SLAM EKF formalism 216
7.2.2. Exemple, simulări 218
7.3. SLAM cu Filtrul de particule 226
7.3.1. SLAM cu filtrul de particule, formalism 227
7.3.2. Exemple, simulări 233
7.4. Concluzii 239
8. Simulatorul RM 241
8.1. Arhitectura simulatorului 242
8.2. Scenarii simulate 244