

## Съдържание

|   |    |
|---|----|
| 1 Въведение   | 14 |
| 2 Прецизно земеделие  | 16 |
| 2.1 Картиране   | 17 |
| 2.1.1 Картиране посредством директно изследване на почвата  | 18 |
| 2.1.2 Картиране посредством наблюдения и сензориране  | 21 |
| 2.1.2.1 Използване ефекта на рефлектиране на материалите и повърхнините   | 21 |
| 2.1.2.2 Хиперспектрални изследвания   | 21 |
| 2.1.2.3 Свойства на спектралните сензори прилагани в земеделието  | 23 |
| 2.1.2.4 Мултиспектрални изследвания   | 25 |
| 2.1.2.4.1 Физически основи на мултиспектралните изследвания   | 27 |
| 2.1.2.4.2 Разпознавателни и вегетационни индекси  | 30 |
| 2.1.2.4.2.1 Нормализиран разликов вегетационен индекс - NDVI  | 33 |
| 2.1.2.4.2.2 Нормализиран разликов Red-Edge-индекс – NDRE  | 35 |
| 2.1.2.4.2.3 Нормализиран разликов вегетационен индекс GNDVI   | 37 |
| 2.1.2.4.2.4 Индекс Red Edge Inflection Point (REIP)   | 39 |
| 2.1.2.5 Апаратни и софтуерни средства   | 40 |
| 2.1.2.5.1 Комплексен сензор за спектрален анализ  | 50 |
| 3 Мениджмънт и производство в среда на дигитална мрежовост  | 51 |
| 3.1 Дигитално земеделие   | 55 |
| 3.1.1 Данните и тяхната ефективност - извън рамките на една конкретна технологична операция   | 58 |
| 3.1.2 Към определяне на понятията степенуващи развитието до Земеделие 4.0   | 60 |
| 3.1.3 Платформи за създаване на дигитална мрежова среда   | 61 |
| 3.1.4 Машинният парк и съоръженията във фермата като система от системи и тяхното отражение в систематиката на управление и отчетност | 65 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1.5 Дигитални платформи на прецизното земеделие в прехода към Земеделие 4.0  | 69 |
| 3.1.5.1 Комплексната система от технологии и софтуерни приложения FUSE на концерна AGCO  | 71 |
| 3.1.5.2 Комплексната система от технологии и софтуерни приложения CLAAS TELEMATICS на концерна CLAAS   | 72 |
| 3.1.6 Дигиталната платформа 365FarmNet   | 76 |
| 4 Сензорни и сателитни водещи системи и техните основни приложения при идентифицирането, разпознаването и екологосъобразното унищожаване на плевели              | 81 |
| 4.1 Системи за селективно регулиране на плевелите  | 85 |
| 4.1.1 Посредством сателитно управление на базата на точно картиране  | 86 |
| 4.1.2 Посредством оптико-електронни и мехатронни системи с или без участие на сателитно управление   | 87 |
| 4.1.2.1 Съвременно еколого-съобразно редуциране на плевелите включващо високо-интелигентни подходи и средства за разпознаване на редовете с културни растения    | 89 |
| 4.1.2.1.1 Оптико-електронно идентифициране на редовете с цел водене на машините  | 90 |
| 4.1.2.1.1.1 Фотокамери за разпознаване на културните растения и идентифициране на редовете   | 91 |
| 4.1.2.1.1.1.1 Фотокамера на CLAAS  | 91 |
| 4.1.2.1.1.1.2 Камерна система Okio на Schmotzer  | 93 |
| 4.1.2.1.1.1.3 Камерна система на Garford   | 95 |
| 4.1.2.1.1.1.4 Камерна система Vision Control на K.U.L.T  | 95 |
| 4.1.2.1.1.1.5 Камерна система IC Light Camera на Steketee  | 96 |
| 4.1.2.1.1.2 Машини използващи фотокамери за разпознаване на растенията и редовете и за оптико-електронно управление  | 97 |
| 4.1.2.1.1.2.1 Машини за култивиране с работни органи извършващи управлявано въртене  | 97 |
| 4.1.2.1.1.2.1.1 Robocrop inRow на Garford – една оптико-електронна и мехатронна индустриална разработка за култивиране между редовете и между растенията по реда | 98 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.1.2.1.1.2.1.2 Циклоиден култиватор на Висшето техническо училище FH Osnabrück                                   | 102 |
| 4.1.2.1.1.2.1.3 Ротационен култиватор на Института по земеделска техника на Университета в Bonn                   | 104 |
| 4.1.2.1.1.2.1.3.1 Сензориране и заснемане   | 105 |
| 4.1.2.1.1.2.1.3.2 Обработка на изображенията – за извършване на култивиране между растенията по реда              | 108 |
| 4.1.2.1.1.2.1.4 Машини на Steketee  | 111 |
| 4.1.2.1.1.2.2 Някои високотехнологични култивиращи машини които нямат индивидуално управление на работните органи | 116 |
| 4.1.2.1.1.2.2.1 Машини на Schmotzer   | 116 |
| 4.1.2.1.1.2.2.2 Машини на Einböck   | 117 |
| 4.1.2.1.2 Други методи за идентифициране на редовете при водене на машините                                       | 121 |
| 4.1.2.1.2.1 Разпознаване на редове и полоси посредством сензори за измерване на разстояние                        | 122 |
| 4.1.2.1.2.1.1 Посредством опипващ (тактилен сензор)   | 123 |
| 4.1.2.1.2.1.2 Посредством лазерен сензор  | 125 |
| 4.1.2.1.2.1.3 Посредством ултразвукови сензори  | 127 |
| 4.1.2.1.2.1.3.1 Традиционни и нови възможности на ISOBUS  | 131 |
| 4.1.2.1.2.2 Управление при работата в редови култури посредством глобалната сателитна навигационна система (GNSS) | 135 |
| 5. Проблеми и решения при водене на агрегатирани машини   | 139 |
| 5.1 Представяне на ситуацията   | 139 |
| 5.2 Системи за установяване на правилно взаимно разположение на трактора и работната машина                       | 141 |
| 5.2.1 Системи с плъзгаща се рама  | 139 |
| 5.2.2 Системи с шарнирно окачване и механизъм за коригиращо въртене в равнината на полето                         | 141 |
| 5.2.3 Системи с шарнирно окачване с местец се шарнир  | 143 |
| 5.2.4 Системи с вертикален водещ диск   | 146 |

|   |     |
|---|-----|
| 15.2.5 Комбинирани системи  | 149 |
| 5.2.5.1 Системи с комуникация на управленчески сигнали между трактора и работната машина – пасивно и активно водене   | 151 |
| 6. Интелигентни машини и системи за сканиране на полето с цел системна обработка и борба с плевелите  | 155 |
| 6.1 Съвместна работа на концерните Bayer и Bosch по създаване на интелигентни технологии и машини за сканиране на полето и унищожаване на плевелните растения | 155 |
| 1526.2 Груповата технология Xaver на концерна Fendt   | 156 |
| 6.3 Роботът BoniRob на концерна Bosch, фирмата Amazone и Висшето училище в Osnabrück  | 158 |
| 6.4 Автономен робот със слънчево захранване за идентифициране и целево хербицидно унищожаване на плевелите  | 159 |
| 6.5 Интелигентна сензорна пръскаща система UX AmaSpot на фирмата AMAZONE  | 160 |
| 6.6 Сензорни системи за комплексно изследване на растенията   | 161 |
| 6.6.1 Фенотипизираща платформа  | 162 |
| 6.6.2 Биспектрална камерна система с дигитална преработка и класифициране на информацията   | 163 |
| 6.6.2.1 Заснемане на ситуацията   | 164 |
| 6.6.2.2 Преработка на изображенията и постигане на характеризирани изводи   | 165 |
| 7. Платформата xarvio™ - Digital Farming Solutions  | 165 |
| 7.1 xarvio™ FFIELD MANAGER  | 166 |
| 7.2 xarvio™ SCOUTING  | 166 |
| 8 Подходи с използване на изкуствен интелект за възприемане и преработка на визуална информация и тяхното приложение в земеделието                            | 169 |
| 8.1 Сензори за визуално възприемане   | 170 |
| 8.2 Монохроматично представяне на заснеманите сцени   | 174 |
| 8.3 Филтри  | 176 |
| 8.4 Идентифициране в заснеманите сцени на контури и на други линии определящи отделните обекти  | 179 |

|   |     |
|---|-----|
| 8.4.1 Филтри (Оператори) за идентифициране на контурни и други линии в сцените и за локализиране на обектите  | 181 |
| 8.4.1.1 Частни производни и градиент  | 182 |
| 8.4.1.2 Филтри (оператори) базирани на частните производни  | 183 |
| 8.4.1.3 Прагова стойност – Treshold   | 188 |
| 8.4.1.4 Примери на някои филтри за детектиране на контурни и характерни линии прилагани най-често в оптико-електронните системи на прецизното земеделие | 190 |
| 8.5 Преобразувания по метода на Hough   | 191 |
| 8.5.1 Прилагане метода на Hough при детектиране на линии  | 191 |
| 8.5.1.1 Акумулираща матрица   | 195 |
| 8.5.2 Трансформация на Hough за намиране на конични криви   | 196 |
| 8.5.2.1 Установяване на окръжности и на дъги от окръжности  | 196 |
| 9 Разпознаване с помощта на Невронни мрежи  | 199 |
| 9.1 Въведение   | 200 |
| 9.2 Перцептрон  | 203 |
| 9.3 Класификационни дейности в подготовката за машинно сепариране   | 205 |
| 9.4 Практически насочен пример с перцептронна невронна мрежа даваща възможност за сепариране по признаци  | 208 |
| 9.5. Обучение   | 209 |
| 9.6 Deep Learning   | 212 |
| 10 Управление с помощта на Fuzzy-системи  | 222 |
| 10.1 Структура и функциониране на една система базирана на Fuzzy-Logic  | 225 |
| 10.1.1 Експертна част при планиране, осъществяване и валидиране на едно управление базирано на Fuzzy-логика   | 226 |
| 10.2 Фуцифициране   | 227 |
| 10.3 Генериране на изводи – инферентна част   | 229 |
| 10.3.1 Операции над Fuzzy-множества   | 230 |
| 10.3.1.1 Сечение  | 230 |

|   |     |
|---|-----|
| 10.3.1.2 Обединение   | 232 |
| 10.4 Регулатор на Mamdani   | 234 |
| 10.5 Дефуцифициране   | 236 |
| 10.6 Два поясняващи примера   | 238 |
| 10.6.1 Количка с инверсно махало  | 238 |
| 10.6.2 Сфера движеща се в надлъжен жлеб на една греда имаща форма на кобилица   | 246 |
| 10.7 Някои приложения на Fuzzy-Logik-системи в земеделието  | 247 |
| 11 Концепция за Fuzzy-система с имплементирано експертно познание за оптимално управление на вършачния барабан на един съвременен комбайн | 249 |
| 11.1 Процесът на овършаване в комбайна – някои проблеми предизвикващи идеи за подобрения  | 250 |
| 11.1.1 Анализ на някои параметри оказващи влияние върху процеса на овършаване   | 251 |
| 11.1.1.1 Влияние на настройките на вършачния апарат върху качеството на зърното   | 252 |
| 11.1.1.2 Елементи от механиката на счупване и олющване на зърното и влияние на параметрите на вършачния апарат върху тези увреждания      | 257 |
| 11.1.1.3 Влияние на конструктивните параметри на вършачния апарат   | 261 |
| 11.1.1.4 Влияние на технологичните параметри (на настройките) на вършачния апарат   | 262 |
| 11.1.1.5 Оптимизиране на процеса на овършаване  | 263 |
| 11.1.2 Целеви конфликти на настройките и приложно експертно познание за тяхното разрешаване   | 268 |
| 11.2 Технически решения при някои от най-модерните комбайни   | 269 |
| 11.2.1 Автоматично осъществяване на настройките   | 270 |
| 11.2.2 Режещ апарат и мениджмънт на сламата   | 273 |
| 11.2.3 Системи на CLAAS KgA mbH   | 273 |
| 11.2.3.1 Системата CEBIS – предназначение и начин на функциониране  | 275 |
| 11.2.3.2 Системата CEMOS  | 277 |

|  |     |
|--|-----|
| 11.3 Представяне на една Fuzzy-система за непрекъснато управление на скоростта на въртене на вършачния барабан и на отстоянието на контрабарабана      | 282 |
| 11.3.1 Принадлежностни функции   | 282 |
| 11.3.2 Таблици (Матрици) с правила   | 284 |
| 11.3.3 Примери   | 285 |
| 11.3.3.1 Пример 1  | 285 |
| 11.3.3.2 Пример 2  | 289 |
| 11.3.4 По-нататъшни разглеждания свързани с представяната система за управление  | 293 |
| 11.3.4.1 Привличане на зрелостта на класовете върху непосредствено предстоящия за ожънване участък като входящ параметър в управляващата Fuzzy-система | 294 |
| 11.3.4.2 Привличане на влажността на ожънваното зърно като входящ параметър в системата  | 294 |
| Литература   | 295 |