

## ПОДХОДИ И МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА НА ДАННИТЕ В МОНИТОРИНГОВА СИСТЕМА ЗА ПЧЕЛНИ КОШЕРИ

Кристина Динева, Татяна Атанасова

### METHODS FOR DATA ANALYSIS AND PROCESSING IN MONITORING SYSTEMS OF BEE HIVES

Kristina Dineva, Tatiana Atanasova

**Резюме:** Събирането, предаването, анализът и интелигентната обработка на събрани данни за биопроцесите е важен проблем и предизвикателство за изследователите и специалистите по информационни технологии. Пчеларството е един от подсекторите на селското стопанство, където новите технологии като Интернет на нещата (Internet of Things - IoT) могат да бъдат адаптирани и приложени успешно. Интегрирането на данни от различни методи и технологии в пчеларския процес ще подобри знанията на пчеларите за поведението на отделните пчелни колонии и ще подпомогне предвиждането на бъдещи събития. Целта на тази статия е да представи мониторингова система за пчелни кошери и използваните подходи и методи за анализ и обработка на събраните данни.

**Ключови думи:** Интегриране на данни, Интернет на нещата, Пчеларството.

**Abstract:** The collection, transmission, analysis and intelligent processing of collected bioprocess data is an important issue and challenge for researchers and IT specialists. Beekeeping is one of the agricultural sub-sectors where new technologies such as the Internet of Things (IoT) can be adapted and implemented successfully. Integrating data from different methods and technologies into beekeeping will improve beekeepers' knowledge of the behavior of individual bee colonies and help anticipate future events. The purpose of this article is to present a beehive monitoring system and the methods used to analyze and process collected data.

**Keywords:** Beekeeping, Data fusion/ integration, Internet of Things.

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Умен дом, умно здравеопазване, умна индустрия, умни градове и умно земеделие – това са само част от областите, в които чрез интернет ще се вземат решения, на база извършени анализи, получени от хетерогенни сензори. Дълго време такива решения са били невъзможни, но сега са реалност благодарение на развитието на технологиите [1].

"Интернет на нещата" (Internet of Things – IoT) е технологична парадигма в телекомуникациите, която има потенциала да повлияе върху начина, по който живеем и как работим. Тази технология позволява комуникацията между всички видове физически обекти по интернет, която включва споделяне на данни, а също така позволява да се наблюдават различни събития и да се предприемат действия въз основа на получената информация. "Нещата" в интернет на нещата притежават разнообразие от хардуерни спецификации, комуникационни възможности и качества на услугите, което ги прави разнородни по своя характер. Тъй като "Нещата" могат да бъдат нещо от всеки нежив обект до всеки жив предмет като човек или животно, устройствата в тази технология могат да се различават по изчислителните си възможности; разпределението, консумацията и управлението на енергията; спецификациите на паметта и управлението на надеждността. Това изисква разработване на оптимизирана кръстосана платформа, която може да осигури ефективна оперативна съвместимост с тази хетерогенна мрежа. Чрез идеята за кръстосани слоеве [2] се въвежда концепцията за оперативна съвместимост между слоеве в мрежата без промяна на оригиналните свойства на мрежовия слой. Такава

конструкция е съвместима с хетерогенните мрежи, въведени от технологията "Интернет на нещата".

Интернет на нещата намира все по-голямо приложение в екологичното бъдеще на планетата, например в областта на защитата на застрашените биологични видове, каквито са пчелните колонии. Благодарение на развитието на технологиите е настъпило време за дигитализация на пчеларството и въвеждане на термина "прецизно пчеларство".

## 2. ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ

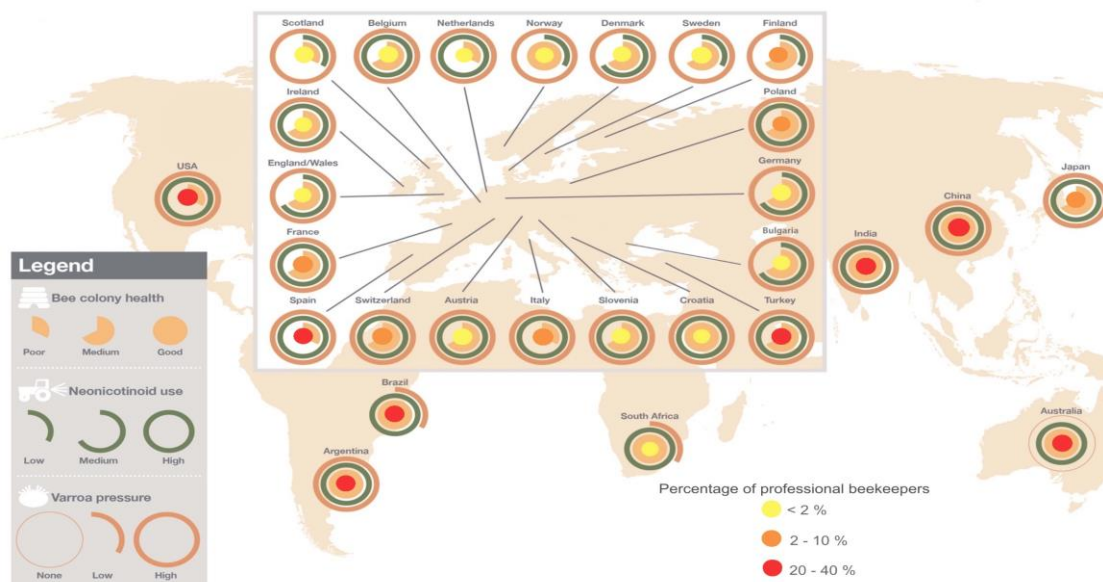
Пчеларството е една от най-старите известни селскостопански дейности. Използването на съвременни техники и технологии за контролиране на сложните процеси в производството на мед може да бъде от полза за пчеларските дейности. В допълнение към продуктите, получени от пчеларството, се оценява, че годишната стойност на селскостопанската продукция, която е засегната от опрашването на насекоми (предимно пчелни пчели) по целия свят, е около 153 милиарда евро годишно [3].

35% от общото производство на храни в света също се влияе пряко или косвено от опрашването и най-малко 84% от растителните видове се опрашват от насекоми [4].

Според специалисти пчелите са барометър за влиянието на човешката дейност върху природата и за равновесието в околната среда. Пчелите милиарди години са живяли при едни условия, а сега те се променят драстично.

Към днешна дата статистиката показва тревожни факти за съществуването на пчелните колонии – те са изправени пред голямо предизвикателство. Според годишно изследване в световен мащаб, близо 44% от колониите на пчелните семейства са загубени през последните 10 години (при приемлива загуба от 16,9%). Статистиката разкри и нов факт. Пчелите не умират само през зимата. През 2016 г. загубите на пчелни семейства през лятото са достигнали зимните загуби, достигайки до 28,1 % смъртност. Тази тревожна статистика ясно показва, че метеорологичните условия през студените месеци не са основна причина за смъртността на пчелите [5].

След извършени редица проучвания в областта са открити три основни причини (фиг. 1) за проблемът с нарастващия процент смъртност на пчелните колонии.



Фиг. 1. Основни проблеми на пчелните семейства в световен мащаб  
Източник: Syngenta [преработено]

На първо място е поставен проблемът с нерегламентираното пръскане с пестициди върху земеделски култури по време на опрашващия период намиращи се в близост до пчелни кошери [6]. Този проблем съществува не само в Европа. Това е световен проблем,

за който държави като Англия, Франция и Германия са предприели временни мерки, който подлежат на наблюдение и анализ [7]. Друг основен проблем пряко допринасящ за смъртността на пчелите е *Varrona mite* – паразит атакуващ пчелите. Проблемът с този паразит е силно разпространен в Европа и Северна Америка и води до катастрофални загуби от 2006 година насам [8].

Освен тези два фактора съществува и трети, който най-силно се отразява на здравето и продуктивността на пчелните семейства – компетентността/професионализма на пчеларя, както и времето и средствата, влагани в отглеждането на пчелни колонии. От особена важност е извършването на редовни инспекции на всеки един кошер. Често пчеларските инспекции са една от най-сложните задачи дори и за професионалните пчелари.

Проучванията показват, че над половината от пчелните кошери по света са разположени в извън населени места. Поради тази причина извършването на необходимият брой инспекции на всеки кошер е затруднено поради различни причини като възникнали влошени метеорологични условия, лоша инфраструктура или поради нарастващият размер на транспортните разходи, което от своя страна води до намалена рентабилност. От друга страна извършването на инспекции има неблагоприятен ефект върху цялостното състояние на пчелното семейство. Изследванията показват, че пчелите се нуждаят от 3 до 4 дни, за да се стабилизират и да възстановят идеалните параметри на температура и влажност в кошера [9].

Всичко това води до нуждата от вграждане на нови технологии в пчеларството, чрез които да бъде извършван отдалечен мониторинг на пчелните кошери и извличане на ползи и знания от получените данни от модулна IoT мониторинговата система, която е разработена и описана в [10] и [11].

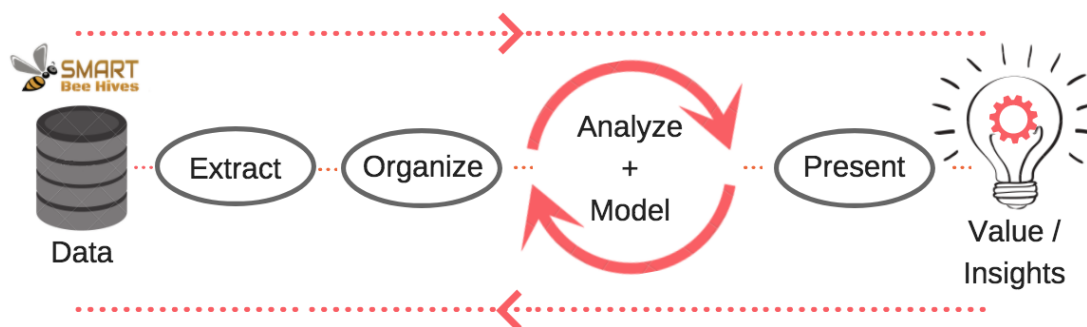
### **3. СЪБИРАНЕ, ОРГАНИЗИРАНЕ, АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА ДАННИ**

Софтуерната система на интелигентни пчелни кошери (smart bee hives) [11] може да бъде инсталирана в различни по тип устройства, които физически могат да се намират на три различни места – на терен (пчелин), облачна среда и потребителски интерфейси. В пчелина се намират различни хардуерни устройства, чиято цел е да събират хетерогенни данни от сензори, които могат да съхраняват информацията и да извършват при нужда операции с нея. Част от устройствата, които съхраняват информацията, също притежават свойства и за нейното придобиване в зависимост от нуждите на конкретната система. В облачната среда се намира тази част от софтуерната система, която отговаря за конкретната интелигентна обработка на събраните данни и подготвянето ѝ за подходяща за потребителите визуализация. В облачна среда се намира и бекенд-а на софтуерната система, който отговаря за представянето на данните към потребителските интерфейси. Самите потребителски интерфейси могат да бъдат инсталирани на мобилни и десктоп устройства във вид на самостоятелни приложения или данните да бъдат достъпвани от уеб базирани интерфейси (браузъри).

Събирането, предаването, интелигентната обработка и визуализирането на събираните данни от мониторинговата система на интелигентни пчелни кошери е разделено на четири части (фиг. 2):

- събиране на данните от физически устройства;
- организиране и групиране на данните по предварително зададени правила и потребителски нужди;
- обработка и анализ на данните до облачна среда, където чрез подходящи модели;

- получените резултати се оформят като готови за визуализация логически блокове от данни в различните потребителски интерфейси.



Фиг. 2. Обзор на цикъла на обработка на данните

### 3.1. Събиране на данни

Данните се събират от сензори, които са разположени вътре в кошерите и извън тях. Сензорите, разположени *вътре* в кошерите, събират данни за температура, влажност, тегло, нива на шум и други. Тези данни се използват за наблюдаване състоянието на пчелните семейства. Сензорите, които са *външно* разположени, се намират на различни места в пчелина и събират информация за околната среда, която дава ясна и точна представа за конкретната метеорологична атмосфера, замърсяване на въздуха и други.

Сензорите са групирани спрямо конкретните данни, от които се нуждае потребителят. Група сензори са свързани към общ микроконтролер, като по този начин формират възел (node). Един възел събира конкретни по вид данни, като системата позволява едновременната работа на различни по вид възли, като техния брой е практически неограничен. В зависимост от натоварването на системата и големината на пчелина, микроконтролерите могат да бъдат няколко вида – arduino, msp430 launchpad, nanode, pinguino pic32, stm32 discovery и други. Най-популярният е arduino, защото предлага необходимото качество на много добра цена, но системата е така разработена, че да може лесно да се интегрират различни по тип микрорконтролери, което я прави изключително гъвкава и адаптивна за различни use-cases които възникват спрямо нуждите на крайния клиент.

### 3.2. Организиране и групиране на данните

Възлите (nodes) в мониторинговата система за интелигентни пчелни кошери са свързани с микрокомпютърни модули, като по този начин образуват логически блокове, където се извършва изчистването на данните и тяхната нормализация. Това е важна част от цялостната последователност при работата с данни. Така обработените масиви от данни имат подходяща структура и бъдещата работа с тях е много по-лесна.

Този процес се извършва според следните четири правила – стойностите на всяка измервана променлива се поместват в една колона, стойностите на всяко следващо наблюдение върху тази променлива се намират на различни редове, за всеки възел има само една таблица с неговите стойности, при наличие на повече таблици, задължително има колона, по която те да бъдат свързани. Логическите блокове могат да функционират самостоятелно, но могат и да бъдат част от по-голяма система в зависимост от конкретните нужди на потребителя. Използват се различни видове микрокомпютърни модули в зависимост от големината на пчелина и броя логически устройства, които се използват. В мониторинговата система за интелигентни пчелни кошери се използват

миникомпютърни модули от вид Raspberry Pi. Избрани са заради добрите си качества и ниска цена. Но подходящи биха били и Rock64, NanoPi Neo Plus2, Banana Pi, Espressobin и LattePanda. Тяхната употреба е уместна при използване на системата в големи пчелини.

Микрокомпютърните модули работят под Debian операционна система, разработена специално за подобни устройства. Този избор прави разработеният софтуер съвместим със всички уеб сървърни архитектури, които са популярни към момента. За съхранението на информацията се използва MongoDB. В много малко случаи се налага използването на релационна база от данни като MySQL и затова тя няма да бъде разглеждана към този момент.

Така събраните, изчистените и подредените данни се предават към отделен логически блок, където върху данните се извършват операции като Обобщение и агрегация на данните (Data summarization and aggregation), Комбиниране на набори от данни (Combining datasets) и Преобразуване на данни (Data transformation). В този логически блок данните се съхраняват до момента, в който те биват прехвърлени в облачна среда за анализ и визуализация. Протоколите, които се използват за този трансфер са SFTP в повечето случаи. Когато се налага обработка на данните в реално време (real time data), тогава се използва MQTT, който е подходящ за такъв вид комуникация между софтуерни модули, разположени на отдалечени места. И двата протокола поддържат високо ниво на сигурност, което е от съществена част за всяка една софтуерна система.

В този логически блок от модулната система се изпращат конфигурационните файлове, чрез които става управлението на различните логически модули – каква информация да събират, през какъв период от време, кога да се осъществяват трансферите на данни, информация за точки за достъп и много други. Предвид повишените изисквания към този логически блок тук се използва Espressobin миникомпютър с допълнителен външен диск. Наличието на USB 3.0 порт дава несъмнени преимущества при изискванията за скорост при трансфер на данни. Възможността му да поддържа Secure VPN е допълнително преимущество при нужда от защита на комуникациите между логическите блокове. Способностите му за IoT Gateway са най-високите в този клас.

### **3.3. Обработка и анализ**

Специално за нуждите на системата е създаден софтуер, инсталиран в облачна среда, който извършва анализ и интелигентна обработка на данните събирани от пчелините с помощта на мониторинговата система за интелигентни пчелни кошери. Приложението се свързва с логическия блок, който съхранява агрегираните данни през предварително зададен интервал от време и чрез SFTP протокол взема необходимите данни. Ако операцията не е успешна, изграден е механизъм за повторен опит за извличането на данните от логическия блок, както и за уведомяване на потребителя за възникналите проблеми при свързването със системата в пчелина.

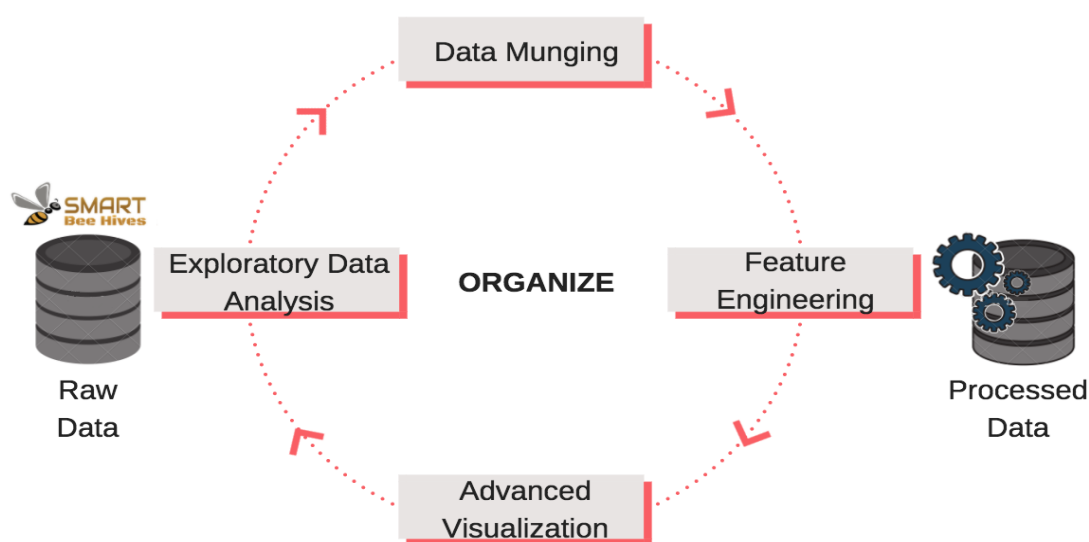
Използваният програмен език е Python (<https://www.python.org>). Python позволява разделянето на една програма на модули, които могат да се използват отново в други програми. Използваната Python дистрибуция е Анаконда, а основните модули с които се извършват анализите на данни, са Pandas, NumPy, Requests, BeautifulSoup и други.

След като данните са свалени в облачната среда, се извършват различни операции с тях с цел да се извлече максимум знания и вземане на интелигентни решения.

След като данните са успешно записани в облачната среда, върху тях се извършва предварителен анализ (data munging) (фиг. 3), който установява наличието на някакви проблеми с тях и ако намери, предприема конкретни мерки за тяхното отстраняване. Има

няколко възможни проблема с данните, които имат голямо значение за правилния анализ на събраните данни. Най-често срещаните са липсващи стойности за наблюдавани променливи (влажност, температура и др.).

При този проблем стойността, от която се нуждае анализът, по някаква причина не е известна или е записана некоректно, в резултат на което анализът може да бъде неправилен, а съставените модели за данни да бъдат некоректни, защото повече алгоритми за прогнозиране (predictive algorithms) не могат да работят с липсващи данни. Най-често срещаните подходи за решаването на този проблем е липсващите данни да се заместят със средни стойности. Ако масивът от данни е подреден, тогава липсващите данни могат да бъдат заместени със следващата най-близка стойност във възходящ или низходящ ред.



Фиг. 3. Цикъл на обработка на данните в мониторингова система

Друг често срещан проблем е високи гранични стойности. Причини, които водят до наличието на този проблем, са грешки при първоначалната обработка на данни, некоректна работа на сензорите, генерирани данните и други. Наличието на подобен проблем прави статистическите анализи неточни, което пряко рефлектира върху създаване на предсказващи модели (predictive models creation) [12]. За откриване на този проблем се използват няколко метода – хистограма на разпределението, boxplot и scatterplot графики, показващи разпределянето на стойностите и други. При установяване наличието на този проблем с данните се предприемат мерки за неговото решаване – такива стойности могат да бъдат отстранени, стойностите могат да бъдат трансформирани като се извърши някаква математическа операция (логаритмуване - log, коренуване - sqrt) върху тях и така да се намали значението им за общия набор от данни (dataset). Последното решение е такива стойности да бъдат групирани отделно и върху тях да се извърши самостоятелен анализ. В зависимост от конкретните данни и анализа, който трябва да се извърши върху тях, се подбира най-правилното решение за преодоляването на този проблем. Често се случва да бъде приложено повече от едно решения едновременно.

След отстраняването на проблемите с данните (ако има такива), върху тях се извършва кодиране според категорийните характеристики (Categorical Feature Encoding). Това е процес, при който се извършва преобразуване на категорийни характеристики в численни стойности (converting categorical feature to numerical feature). Това се прави

защото почти всички алгоритми за машинно обучение работят с числови стойности. Една от най-често използваната техника е бинарно кодиране (binary encoding). Тя се използва ако има категорийни характеристики само с две стойности (мъж/жена, вярно/невярно и други).

При работа с няколко категории данни се използва кодиране на етикети (label encoding). В този случай, на всяка категория се присвоява целочислена стойност (= enumeration). Особеност при тази техника се явяват случаите, когато стойностите трябва да бъдат подредени във възходящ или низходящ ред – тогава целочислените стойности също трябва да отговарят на тази подредба. (low : 0; medium : 1; high : 2).

One-Hot-Encoding е друга използвана техника в мониторинговата система за интелигентни пчелни кошери и също така е една от най-популярните техники, които се използват в data science. One-Hot-Encoding е процес, при който категорийните променливи (categorical variables) се преобразуват във форма, която може да бъде използвана от алгоритми за машинно обучение. Тя е най-често във вид на толкова нови характеристики, колкото са категории (създават се нови колони в таблицата, като стойностите са 0 или 1 в зависимост дали записа притежава това качество или не). Тази техника е удобен начин за кодиране на категорийните характеристики, особено когато няма толкова много категории.

В помощ на анализа на проучвателните данни (Exploratory Data Analysis) в системата се използват и следните методи за измерване на статистически характеристики (centrality and spread measures). Те допринасят за пълното и правилно разбиране на информацията, която е заложена в данните, като ги представят като едно единствено число:

Средна стойност (Mean/Average) – изчислява се като се съберат всички стойности и получената сума се раздели на броя стойности. Главният проблем с този метод е, че той силно се влияе от крайни стойности, което го прави не винаги достатъчно точен.

Медиана (Median) – средна стойност в сортиран списък от стойности (middle value in a sorted list of values). Този метод не се влияе толкова много от крайни стойности, което прави резултатите от използването му по-точни.

Дисперсия (Spread/Dispersion) - показва как стойностите са разпръснати от централна (средна) стойност. Този метод ще даде представа за променливостта на данните - колко сходни или различни са стойностите.

Обхват (Range) - разликата между максималните и минималните стойности в даден набор от данни. Ако диапазонът е много нисък, следователно стойностите са компактни.

Процентил (Percentile) – дава представа колко процента от стойностите са под или над дадена стойност. Може да се използва и за интервал от стойности.

Вариация (Variance) - много важна мярка. Показва до каква степен всяка стойност в списъка се отклонява от средната стойност. Ако вариацията е малка, следователно тя е по-малко отклонена. Недостатък е отново влиянието на крайни стойности върху Вариация.

Стандартно отклонение (Standard Deviation) – Това е по-добър начин за изчисляване на вариацията (взема се корен квадратен от вариация). Ниското стандартно отклонение означава по-малко разпространение.

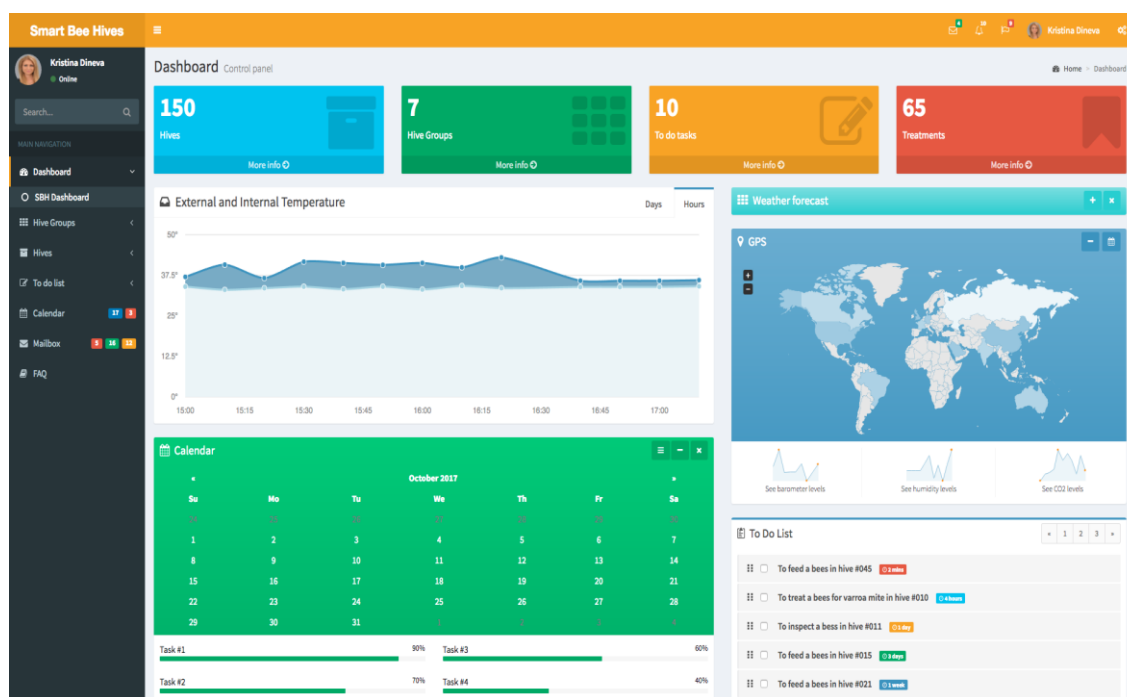
### 3.4. Интерфейси и визуализация на данни

Интерфейсът на системата е от голямо значение за визуализирането на събраните данни от датчиците и начина, по който те ще бъдат приети от потребителя. Вградената платформа за визуализиране на данните, събрани от предложената модулна IoT система [11], комбинира най-добрите концепции за UX и използва най-новите технологии. Потребителският интерфейс е разделен на две части - обща и потребителска. Тези части

## ПОДХОДИ И МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА НА ДАННИТЕ В МОНИТОРИНГОВА СИСТЕМА ЗА ПЧЕЛНИ КОШЕРИ

Кристина Динева, Татяна Атанасова

имат различни функции, но и двете са последователни и се допълват, въпреки че работят напълно самостоятелно. Общата част дава информация на потребителя за най-важните особености и характеристики на системата. Потребителската част също е разделена на две подчасти - табло (фигура 4) и дневника. Таблото за управление може да бъде достъпно само от потребители, които използват модулната система, базирана на IoT, в техните пчелни кошери. Основната цел е да се визуализират събраните и анализирани данни от всеки кошер, като се използват различни графики, диаграми и таблици. Таблото е разделено на няколко секции, като по този начин се постига интуитивност при използването му. При откриване на необичайна активност на събраните данни системата автоматично сигнализира на потребителя, като предоставя необходимата информация в реално време чрез уеб протокол.



Фиг. 4. Интерфейс на системата.

Дневникът предоставя възможност на всички потребители свободно да създават, въвеждат и редактират информация за своите кошери. Тази област е богата на функционалности, чрез които всеки потребител може лесно да наблюдава развитието на кошерите си и лесно да преглежда информацията за всеки кошер. Системата позволява въвеждане на данните за промените в пчелите, датата и вида на лечението, болестите, честотата на хранене на кошерите и много други. Технологиите, използвани за изграждането на софтуерната платформа, са ASP.Net Core 1, SignalR, RabbitMQ, HTML5, Bootstrap4, много различни библиотеки на JavaScript. Софтуерът използва както SQL, така и NoSQL бази данни за по-добър достъп до данните. Сигурността на уеб платформата се постига чрез използване на OAuth удостоверяване и HTTPS протокол. За да се увеличи както производителността на приложението, така и способността му да бъде лесно откриваемо при използване на търсачки като Google, Bing и други, има редица подходи, насочени към SEO оптимизация, изпълнявана както в сървърната част, така и в потребителския интерфейс.

Потребителският интерфейс предлага голямо разнообразие от графични средства за визуализация на обработените данни. Чрез тях потребителят лесно се ориентира в смисъла на данните, които модулна IoT мониторинговата система за интелигентни пчелни кошери събира, обработва и анализира.



Едновариантно разпределение (Univariate Distribution) – е хистограмата, която позволява да се разгледа разпределението на честотата на данните. Графиката за определяне на плътността на ядрото (KDE) показва вероятността, но не само честотата на стойностите, тъй като високата честота съответства на голяма вероятност.

Дву-вариантно разпределение (Bivariate Distribution) – тази графиката предоставя много ефективен начин за визуализиране на двустранното разпределение. Тя показва корелацията на двете функции или променливи.

Групиране / агрегиране - много полезен инструмент за визуализация, който е широко използван за извличане на ключова информация [13] за набора от данни.

Кръстосана колона (Crosstab) - много удобен инструмент за справяне с категорийни характеристики. Показва агрегатно/съвместно разпределение на две или повече променливи в двумерна мрежа. Ползата е лесното разбиране на представените данни и способността им да се използват с всякакъв тип данни [14].

Обобщена таблица - обобщени данни с използване на сортиране, осредняване, сумиране и други методи, приложени към набора от данни.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Постепенното интегриране на нови технологии в земеделието дава забележителни резултати като контрол над процесите при добив и повишена рентабилност. Интернет на нещата (IoT) и употребата на сензори [15], следящи различни параметри, оказва благоприятно въздействие върху производителността. Информацията, извлечена от събраните данни, подпомага производителите в начина им за планиране и контролиране на отделни работни процеси.

Подходите за събиране и обработка на данните от пчелните кошери, описани в тази статия, осигуряват:

- Информация и контрол за жизнения статус на кошера - здравословните кошери поддържат постоянна вътрешна температура през цялата година, увеличават теглото си по време на периода на производство на мед и постепенно губят тегло, докато пчелите ядат мед в течение на годината. Кошерите, които загиват поради болести, паразитни заразявания, роене, пестицидни/хербицидни отравяния или смърт на кралицата, нямат тези характеристики. Знаейки промените на количеството мед, което се намира във всеки кошер, пчеларят може да предприеме действия, за да предотврати загубата на пчелно семейство чрез хранване, лечение с лекарства за противодействие на различни заболявания, роене, комбинирани или реорганизация на кошера по друг начин.

- Събраните данни от пчелните кошери след **сортиране и анализ** помагат за увеличаване производството на мед – обръщане на внимание на гореспоменатите проблеми може да превърне един слабо продуктивен кошер в силно продуктивен такъв.

- Подобряване на развъждането - когато кошерите започват да наддават на сутринта, това е показател за това колко рано пчелите излитат, за да събират нектар и цветен прашец. По-голямото тегло на кошера е индикация за размера и жизнеността на колонията. Пчеларите могат да подобрят развъдните си решения с достъп до тези данни и да развъждат кралици от по-добрите семейства, като насърчават по този начин подобряването на генома.

#### ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ:

[1]. HARPER, Richard, ed. *Inside the smart home*. London: Springer, 2003. ISBN 978-1-85233-854-1.

[2]. SHUBHNEET, Kaur Deol. Course Term Paper regarding Cross Layer Design in Internet of Things: Issues and Possible Solutions. *ResearchGate* [online]. December 2016 [viewed 4 February 2018]. Available from: <https://www.researchgate.net/>

---

**ПОДХОДИ И МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА НА ДАННИТЕ В МОНИТОРИНГОВА СИСТЕМА ЗА ПЧЕЛНИ КОШЕРИ**

**Кристина Динева, Татяна Атанасова**

---

- [3]. GALLAI, Nicola, Jean-Michel SALLES, Josef SETTELE and Bernard E. VAISSIÈRE. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* [online]. 2009, vol. 68(3), pp. 810-821 [viewed 4 February 2018]. ScienceDirect. ISSN 0921-8009. Available from: <https://www.sciencedirect.com/>
- [4]. DELAPLANE, Keith H. and Daniel F. MAYER. *Crop Pollination by Bees*. Wallingford: CABI, 2000. ISBN 978-0-85199-448-2.
- [5]. NOSOWITZ, Dan. Honeybee Deaths Getting Worse: We Lost 44% of Colonies Last Year. *Modern Farmer* [online]. 13 May 2016 [viewed 4 February 2018]. Available from: <https://modernfarmer.com>
- [6]. Financial Report 2016. *Syngenta* [online]. February 2017. [viewed 4 February 2018]. Available from: <https://www.syngenta.com/>
- [7]. NEUMANN, Peter and Norman L. CARRECK. Honey bee colony losses. *Journal of Apicultural Research* [online]. 2010, vol. 49(1), pp. 1-6 [viewed 4 February 2018]. Taylor&Francis Online. ISSN 2078-6913. Available from: <https://www.tandfonline.com/>
- [8]. CONTE, Yves Le, Marion ELLIS and Wolfgang RITTER. Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses? *Apidologie* [online]. 2010, vol. 41(3), pp. 353-363 [viewed 4 February 2018]. SpringerLink. ISSN 1297-9678. Available from: <https://link.springer.com/>
- [9]. VERBOVEN, Hans A. F., Roel UYTENBROECK, Rein BRYSS and Martin HERMY. Different responses of bees and hoverflies to land use in an urban-rural gradient show the importance of the nature of the rural land use. *Landscape and Urban Planning* [online]. 2014, vol. (126), pp. 31-41 [viewed 5 February 2018]. ScienceDirect. ISSN 0169-2046. Available from: <https://www.sciencedirect.com/>
- [10]. DINEVA, Kristina and Tatiana ATANASOVA. Model of Modular IoT-based Bee-Keeping System. In: *Modelling and simulation 2017: the European Simulation and Modelling Conference 2017: ESM'2017: October 25-27, 2017, Lisbon, Portugal*. Edited by Paulo J.S. GONÇALVES. Ostend, Belgium: EUROSIS-ETI, 2017, pp. 404-406. ISBN 978-492859-00-6.
- [11]. DINEVA, Kristina and Tatiana ATANASOVA. Computer system using internet of things for monitoring of bee hives. In: *17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2017): Extended Scientific Sessions: Vienna, Austria, 27-29 November 2017*. Red Hook, NY: Curran Associates, Inc., 2018, vol. 1(63), pp. 169-176. ISBN 978-1-5108-5512-0.
- [12]. BALABANOV, Todor, Iliyan ZANKINSKI and Nina DOBRINKOVA. Time series prediction by artificial neural networks and differential evolution in distributed environment. In: *Large-Scale Scientific Computing: 8th International Conference, revised selected papers, LSSC 2011, Sozopol, Bulgaria, June 6-10, 2011*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012, pp. 198-205. ISBN 978-3-642-29842-4.
- [13]. TASHEV, Tasho and Hristo HRISTOV. Modeling and Synthesis of Information Interactions. *Problems of Technical Cybernetics and Robotics* [online]. 2001, vol. (52), pp. 75-80. [viewed 14 February 2018]. Institute of Information Technologies at the Bulgarian Academy of Sciences. ISSN 1314-409X. Available from: <http://www.iit.bas.bg/>
- [14]. KOLCHAKOV, Kiril. An approach for synthesis performance improvement of non-conflict schedule by decomposition of the connections matrix in the switching nodes. In: *International Workshop DCCN'2010, Moscow, Russia, October 26-28, 2010*. Moscow: R&D Company „Information and Networking Technologies“, 2010, pp. 168-173. ISBN 978-5-9901871-2-2.
- [15]. ALEXANDROV, Alexander and Vladimir MONOV. ZigBee smart sensor system with distributed data processing. In: *Intelligent Systems'2014: Proceedings of the 7th IEEE International Conference Intelligent Systems IS'2014, September 24-26, 2014, Warsaw, Poland. Volume 2: Tools, Architectures, Systems, Applications*. Cham: Springer, 2015, pp. 259-268. ISBN 978-3-319-11311-1.

**Информация за авторите:**

маг. Кристина Динева, Секция „Моделиране и оптимизация“, Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 2, Тел.: 02 979 32 37, e-mail: [k.dineva@iit.bas.bg](mailto:k.dineva@iit.bas.bg)  
доц. д-р инж. Татяна Атанасова, Секция „Моделиране и оптимизация“, Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 2, Тел.: 02 979 24 41, e-mail: [atanasova@iit.bas.bg](mailto:atanasova@iit.bas.bg)

**Contacts:**

MSc Kristina Dineva, Section "Modeling and Optimization", Institute of Information and Communication Technologies - BAS, G. Acad. Bontchev St., bl. 2, Tel.: 359 2 979 32 37, e-mail: [k.dineva@iit.bas.bg](mailto:k.dineva@iit.bas.bg)  
Assoc. Prof. Tatyana Atanasova, Section "Modeling and Optimization", Institute of Information and Communication Technologies - BAS, G. Acad. Bontchev St., bl. 2, Tel.: 359 2 979 24 41, e-mail: [atanasova@iit.bas.bg](mailto:atanasova@iit.bas.bg)

Дата на постъпване на ръкописа (Date of receipt of the manuscript): 22.01.2018

Дата на приемане за публикуване (Date of adoption for publication): 13.03.2018