

ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSMÉRNÖKI KAR
ELEKTRONIKAI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK INTÉZET
MŰSZERTÉCHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI TANSZÉK



SZAKDOLGOZAT



OE-KVK
2023.

Tóth András
T009490/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
OBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Műszertechnikai és Automatizálási Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Tóth András

Szakedolgozat száma: SZD2309040923418725

Törzskönyvi száma: T009490/F112904/K

Neptun kódja:

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Műszer-automatika specializáció

A dolgozat címe: Intelligens bevásárlókocsi

A dolgozat címe angolul: Smart shopping cart

A feladat részletezése: Termékek azonosítási lehetőségei, adatfeldolgozásuk és adatbázisban történő tárolás megoldásai konkrét alkalmazás elkészítése.

Intézményi konzulens neve: Sándor Tamás

A kiadott téma elévülési határideje: 2025. 12. 31.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakedolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 10. 24.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:



belső konzulens

.....
külső konzulens

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közlöttem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023.12.08.....

Jóth Adri

hallgató aláírása

Tartalom

1	Bevezetés.....	5
2	Abstract	6
3	Motiváció.....	7
4	Kérdőív	8
5	Már létező megvalósítások.....	14
6	Azonosítási technológiák.....	17
6.1	Vonalkód	18
6.2	RFID.....	20
6.3	Kamera - képfelismerés.....	22
6.4	Összehasonlítás	23
7	Specifikáció	26
8	Logikai rendszerterv	27
9	Fizikai rendszerterv	28
9.1	Modulok bemutatása	29
9.1.1	Raspberry Pi 4 Model B	29
9.1.2	Tera vonalkód olvasó	30
9.1.3	16x2 LCD kijelző	31
10	Adatbázis	32
11	Szoftver	38
12	Tesztelés	43
12.1	Vonalkód olvasása.....	43
12.1	Bevásárlólista elkészítése	44
13	További lehetőségek.....	47
14	Összefoglalás.....	48
15	Irodalomjegyzék.....	49
16	Ábrajegyzék.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.

1 Bevezetés

A szakdolgozatom témakörével a Projekt I. tárgy keretein belül ismerkedtem meg, és vittem tovább a Projekt II. tárgyra is. A feladat kidolgozását egy csoporttársammal együtt, ketten kezdtük el kidolgozni. A közös munka alatt mindketten eldöntöttük, hogy ezt a témát szeretnénk szakdolgozatunknak is. Ahhoz, hogy ezt mindketten megtehessek külön kellett választanunk a projektet. A feladatkörök szétválasztását többféle módon is meg lehet ejteni. Az én részem az intelligens bevásárlókocsi azonosítási lehetőségeivel és az adatok adatbázisban történő tárolási megoldásaival foglalkozik.

Az intelligens bevásárlókocsi [1] alapvetően egy olyan eszköz, melynek célja, hogy megkönnyítse a bevásárlás folyamatát. Egy bevásárlókocsit több tulajdonsága alapján is lehet intelligensnek nevezni. Ide tartozik az, ha rendelkezik valamilyen azonosítási technológiával, amely a felhasználók számára lehetővé teszi, hogy a kosárba helyezéssel együtt, beolvassák a termékeket. Emellett ilyen funkció még egy kijelző felszerelése a fogantyúra, hogy információkat közöljön az árucikkekről. Továbbá fontos része egy ilyen rendszernek egy adatbázis, hogy az összegyűjtött adatok elemezhetőek legyenek. Az így gyűjtött információ kiértékelés után felhasználhatják személyre szabott vásárlói ajánlatok létrehozására. A helyben fizetés és az önjárás lehetőségének beiktatása is egy olyan jellemző, ami az intelligens bevásárlókocsik sajátja.

A szakdolgozatomban kitérek a napjainkban használatban lévő piaci megoldásokra és azok jellemzőire. Részletesen bemutatom azokat különböző azonosítási technológiákat, amelyek felmerülnek a megvalósítás során. Ezek előnyeinek és hátrányainak megismerése után összehasonlítást végeztem. Majd a kutatómunka és egy kérdőív segítségével specifikációt és fizikai rendszertervet készítettem. A rendszertervben szerepel a modulok részletes ismertetése és a köztük lévő kapcsolat bemutatása.

Fontosnak tartom még bemutatni az adatbázist, annak felépítését és működését, hogy milyen módon történik az adatok tárolása. Itt kitérve arra, hogy a relációs adatbázis táblái hogyan kapcsolódnak egymáshoz és milyen adatokat tartalmaznak.

Az adatbázis ismertetése után a tesztelés fázisának részletezése következett, ahol a specifikációban megfogalmazott feladatokat mutatom be. Ezt követően az utolsó fázisban összefoglaltam az eredményeket és rámutattam további lehetőségekre és következő fejlesztési irányokat javasolva.

2 Abstract

I got acquainted with the topic of my thesis within the framework of the subject Project I., and I carried it on to the subject Project II. The development of the assignment was started by two of us, together with a group mate. During our work together, we both decided that we would like to use this topic as a thesis. In order to do this, we both had to choose the project separately. The separation of tasks can be done in several ways. My part deals with the identification possibilities of smart shopping trolleys and solutions for storing data in a database.

A smart shopping trolley is basically a device designed to facilitate the shopping process. A shopping trolley can be described as intelligent on the basis of several characteristics. This includes if it has some kind of identification technology that allows users to scan products as they are placed in the basket. In addition, such a feature is the fitting of a display on the handle to provide information about the goods. Furthermore, an important part of such a system is a database so that the data collected can be analysed. The information thus collected can then be used to create personalised customer offers. The inclusion of on-the-spot payment and the possibility self-driving are other features that are specific to smart shopping trolleys.

In my thesis I will discuss the market solutions in use today and their characteristics. I will describe in detail the different identification technologies that are involved in the implementation. I will then compare the advantages and disadvantages of these technologies. Then, with the help of the research and a questionnaire, I prepared a specification and a physical system design. The system design includes a detailed description of the modules and the relationship between them.

I also consider it important to describe the database, its structure and operation, how the data is stored. Here I will explain how the tables in the relational database are linked and what data they contain.

After describing the database, I will go into more detail about the testing phase, where I will present the tasks that are defined in the specification. Then, in the last phase, I summarized the results and pointed out further possibilities and suggested next directions for improvement.

3 Motiváció

Az intelligens bevásárlókocsi témája több szempontból is felkeltette érdeklődésemet. A tény, hogy a projekten többen dolgozhattunk már eleve motivál, mivel szeretek csapatban dolgozni és szerintem több ember ösztönzőleg tud hatni egymásra és így csak segítségére lehet egymásnak. A feladatról elmondható, hogy nagyon sokrétű és számos lehetőség választható tervezés során. Ennek köszönhetően lehetőségem nyílt különböző automatikus azonosítási technológiák megismerésére. Mivel mindig is érdekelték és egyikben sincs nagy tapasztalatom, azt gondoltam, így tanulhatok meg legtöbbet a használatukról. A feladat változatosságából adódóan több megoldás is felmerül, ezért a megvalósításhoz szükséges elektronikai eszközök, mikrokontrollerek területén és bővítettem tudásomat. A szakirodalmi kutatás és már létező projektek megismerése során sok új információt és ötletet szereztem, melyek inspirációt és további gondolkodásra ösztönöztek.

Elmondhatjuk, hogy az intelligens bevásárlókocsi technológiája Magyarországon nincs jelen, ezért egy innovatív ötlet, amely sok izgalmat rejt magában. Új technológiák megismerése mellett, a különböző megoldások keresésére és tesztelésére is lehetőség van.

Napjainkban nagyon elterjedt kifejezés a környezetvédelem és a fenntarthatóság, amely véleményem szerint erre a projektre is ráhúzható. A bevásárlás optimalizálásával nem csak időt, de energia is megtakarítható. Magamat környezetvédelem és a fenntarthatóság iránt elhivatottnak tartva, ezek is fontos indíttatás a szakdolgozatom megírásában.

Mivel a bevásárlás minden ember számára egy elkerülhetetlen feladat, így azt gondolom, hogy sok embert érint és érdekel a választott téma. A saját és ismeretségi köröm tapasztalata azt mutatja, hogy a bevásárlás egy teher és mindenki minél hamarabb túl akar lenni rajta. A covid járvány és az energiaválság idején ez a hozzáállás nem változott, de a pontos igények és vélemények felmérése érdekében a projekten dolgozó csoporttársammal egy kérdőívet készítettünk. A felmérés több szempontból is sikeresnek mondható, melyekre később kitérek, de motiváció szempontjából is jelentős, hiszen közel háromszáz ember töltötte ki. Ezzel bizonyítva azt az állításomat, hogy az emberek érdeklődnek a projekt iránt. Rám motiváló hatása van annak, ha egy számomra is nehézségekkel járó cselekvésre tudok egy alternatívát találni.

Összefoglalva, a projekt sokrétűségéből adódóan, sok ösztönző hatással is rendelkezik. Ezek közül én az téma aktualitását, a hazai piacon való hiányát és az emberek érdeklődését emelném ki legfőképpen.

4 Kérdőív

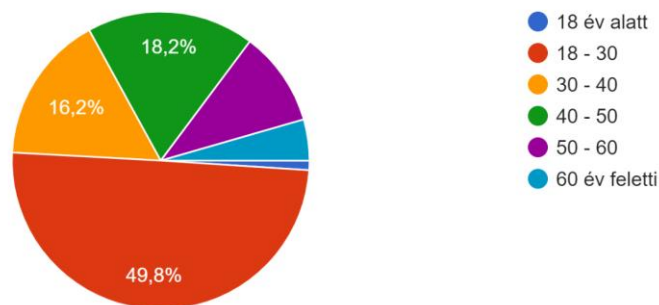
Az igények és érdeklődés felméréséhez konzulensi javaslatra egy kérdőívet [2] készítettem Google Forms segítségével. A kérdőív célja elsősorban az volt, hogy választ adjon azokra a kérdésekre, hogy milyen problémák merülnek fel leggyakrabban vásárlás közben és ezekre egy intelligens bevásárlókocsi, hogyan nyújthat megoldást. A Google Forms nagy előnye, hogy a feleletválasztós kérdésekre érkezett válaszok már alaphoz kör és oszlopdiagramban tekinthetők meg és egy Excel táblázatba is ki tudjuk importálni őket további elemzésre. Az érkezett válaszok kiértékelésének köszönhetően készíthető egy specifikáció és rendszerterv.

A kérdőív kialakításánál több szempontot is figyelembe kellett vennünk. Először is fontos, hogy kérdéssor kitöltése ne vegyen igénybe 5-10 percnél több időt. Ezzel próbáltam motiválni az embereket, hogy minél többen vegyenek részt a felmérésben. Másodszor, lényeges, hogy többféle kérdéstípus is szerepeljen. Ennek célja a változatosság. A kitöltés folyamata így kevésbé unalmas, valamint kiértékelés során is segítségünkre lehet a többféle diagram. A feleletválasztós kérdések megfogalmazásakor oda kellett figyelni, hogy sokféle válasz adható legyen, de néhány lényegesebb kérdéseknél meghagytuk a kitöltőnek az opciót, hogy saját választ adjon meg. A saját válasz lehetősége újabb ötleteket adott, a feleletválasztós felépítés pedig a könnyebb kiértékelés miatt elengedhetetlen.

A kérdőív alapvető kérdésekkel kezdődik, hogy jobban megismerjük a kitöltők összetételét. Rákérdeztünk korra és lakhelyre, és az állapítható meg, hogy a kitöltők több mint feléről mondható el, hogy nagyvárosban vagy a fővárosban él. A legtöbben a 18-50 közötti korosztályból jelentkeztek (közel 60%). Szerintem ez egy lényeges adat, hiszen ez az a korosztály, akiről, elmondható, hogy a legtöbbet járnak nagyobb üzletekbe vásárolni. Továbbá ők azok, akik a munka és tanulás miatt szeretnék a legkevesebb időt fordítani erre a tevékenységre. A kérdéssor nem nagyon érte el a 18 év alatti és a 60 év feletti korosztályt, ettől függetlenül az mondható el, hogy sok más korú embert értünk el, így kellően reprezentatív eredményeket kaptunk.

Hány éves Ön?

291 válasz



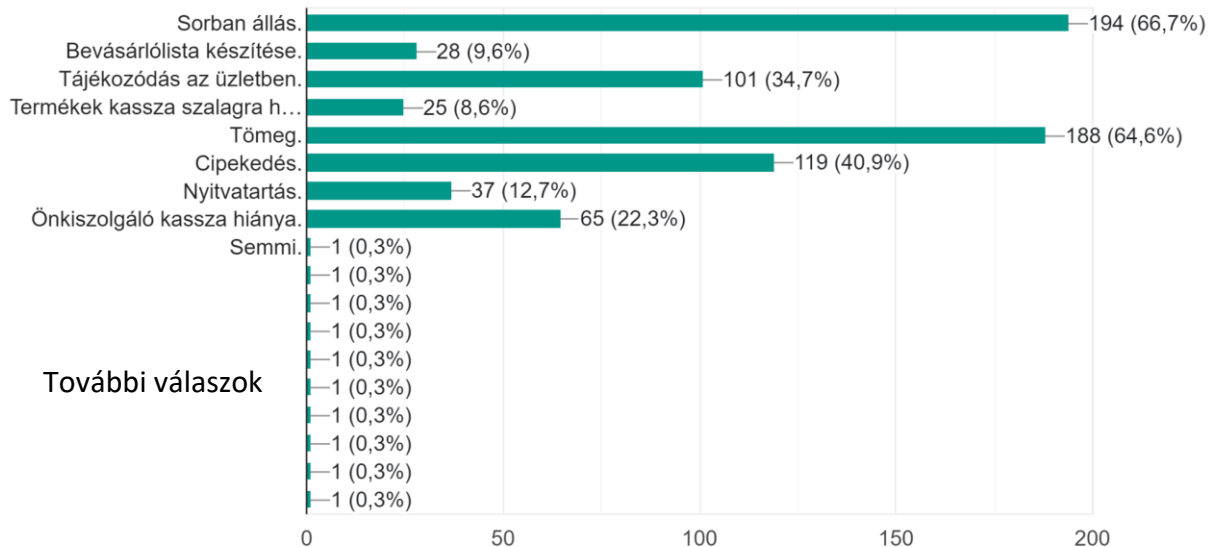
1. ábra Hány éves Ön?

A kérdéssor tartalmát alapvetően két nagyobb elkülöníthető részre osztanám. Egy részük a vásárlási szokásokkal kapcsolatos. Ide tartoznak azok a kérdések, amelyek a bevásárlás folyamatára és körülményeire vonatkoznak. Ezek segítenek abban, hogy megismerjem mely problémák milyen gyakorisággal merülnek fel, illetve új ötletek gyűjtésére is lehetőségem volt. Ebben a részben előfordulnak kérdések a bevásárlás helyszínével, időtartamával, gyakoriságával, és a fizetéssel kapcsolatban. Ezek a kérdések a specifikáció szempontjából elhanyagolhatóak. Egy két érdekesebb információt említve, az emberek jellemzően a lakóhelyükön végzik a bevásárlást, heti több alkalommal. Azt is lényeges információnak tartom, hogy a kitöltők abszolút többségben egy helyen végzik a termékek beszerzését. Ebből következtethetünk arra, hogy nagyobb szupermarketeket látogatnak, ahol minden megtalálható, így a bevásárlókocsi használatára is szükség van.

A számomra fontos kérdések, azok, amelyek kitérnek a bevásárlás során felmerülő nehézségekre és azokra a tevékenységekre, melyek fejlesztésére igény jelentkezik. Konkrétan rákérdeztünk, hogy melyik az a tevékenység, amely a legtöbb gondot okozza. Ennél a kérdésnél több válaszlehetőség is adható választható volt és saját ötletet is meg lehetett osztani.

Mi okoz Önnek nehézséget a bevásárlás során? (Jelölhet egyszerre többet)

291 válasz



További válaszok

2. ábra Mi okoz Önnek nehézséget a bevásárlás során?

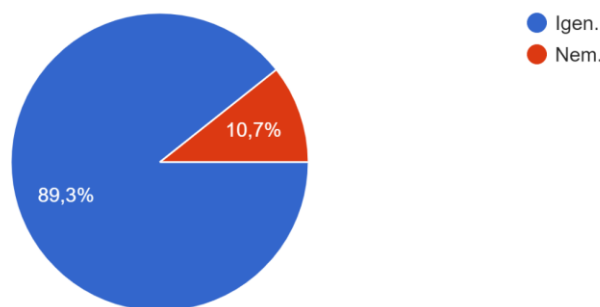
A diagramon egyértelműen látható, hogy a négy legkiemelkedőbb probléma a szavazatok számának sorrendjében: a sorban állás, a tömeg, a cipekedés és a tájékozódás. Az első kettő között szoros összefüggést fedezhetünk fel, hiszen az egyikből adódik a másik és fordítva. A cipekedésre okozta nehézséget egy közönséges bevásárlókocsi is képes kezelni. Ennél a kérdésnél volt lehetőség egyéni válasz megadására, ezek között pedig főként olyanokat találhatunk, amik a tájékozódásra és a tömegre vonatkoznak. A felmerülő problémákból adódó elégedetlenséget az intelligens bevásárlókocsi képes kezelni. Egy előre elkészített bevásárlólista segítségével a vásárló tömeg és a boltban belüli tájékozódás is orvosolható. Ha vásárlás előtt a bolt adatbázisából kiválasztva készítünk egy bevásárlólistát, ahol helyet kapnak az árucikkek helyei is, akkor a gyorsabb orientációból következik a gyorsabb bevásárlás és a sorban állási idő csökkenése is.

A tömeg és sorban állás témakörét részletesebben kifejtettük további kapcsolódó kérdésekkel. Használtak-e már online bevásárlást, vagy önkiszolgáló kasszát, illetve, hogy elégedettek-e az élelmiszerboltok kasszáinak sebességével. Az érkezett válaszok igazolják, hogy a sorban állás valóban az egyik leginkább megoldásra váró probléma.

A tájékozódás problémájánál is hasonlóan jártam el. Ennél témánál a polcok átrendezését követő hosszas keresésekre és a bevásárlókocsin található kereső felületre kérdeztem rá. A kitöltők egyhangúan egyetértenek abban, hogy egy ilyen keresőfelületre szükség van.

Ön szerint hasznos lenne egy kijelző a bevásárlókocsin, amely megmutatná, hogy az adott termék merre található?

291 válasz

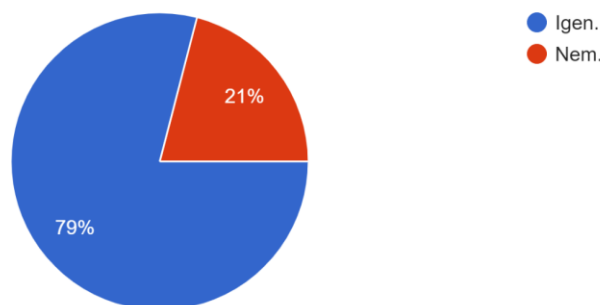


3. ábra Ön szerint hasznos lenne egy kijelző a bevásárlókocsin, amely megmutatná, hogy az adott termék merre található?

Az fentebb említett útvonallal egybekapcsolt bevásárlólistára vonatkozóan több specifikus kérdés található meg. Az érkezett válaszokból azt a következtetést szűrtem le, hogy van igény ilyen szolgáltatásra. Ezt bizonyítja, hogy a kitöltők közel 80%-a Igennel válaszolt a funkció használatára és 80 % azt gondolja, hogy ez a fejlesztés segítségére lenne a boltba járás során.

Segítené Önnnek, ha bevásárló listája alapján egy előre megtervezett legoptimálisabb útvonalon haladva végezhetné a bevásárlását?

291 válasz

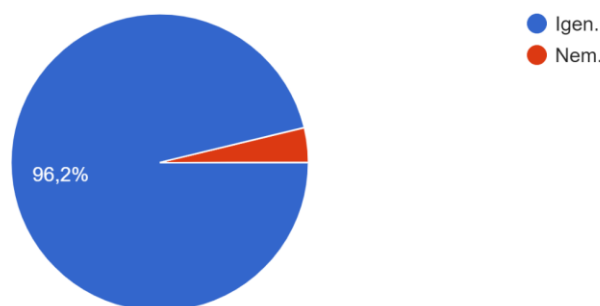


4. ábra Segítené Önnnek, ha bevásárló listája alapján egy előre megtervezett optimális útvonalon haladva végezhetné a bevásárlást?

A válaszok megtekintése előtt, gondoltam, hogy egy összeg nyomon követő kijelző is hasznos lehet. Erre vonatkozóan is tettem fel kérdést, hogy megtudjam, mennyire van kereslet egy ilyen addícióra. A kérdéssor lezárásával azt tudom megállapítani, hogy bár az emberek jellemzően nem lepődnek meg a fizetési végösszezen, de mégis van érdeklődés a kosár aktuális tartalmának megtekintésére.

Szeretné bevásárlása során nyomon követni a kosara tartalmának aktuális összegét?

291 válasz



5. ábra Szeretné bevásárlása során nyomon követni a kosara tartalmának aktuális összegét.

A második részben választ kerestem, hogyan állnak az emberek az intelligens bevásárlókocsi ötletéhez és mennyire érdeklődnek a projekt iránt. Itt rátértem tapasztalataikra az önkiszolgáló kasszákkal és az online felületekkel kapcsolatban. Arra is választ szerettem volna kapni, hogy mennyire hajlandóak és képesek az emberek egy ilyen rendszer használatára. Képesek-e egy okostelefonos applikációt felhasználói szinten kezelni, és hogy nem okoz-e gondot egy vonalkód olvasó használata. Az a konklúzió vonható le, hogy a kitöltők érdeklődőek a technológiai újítások iránt és nem állnak el azok használatától sem. Ezek a kérdések a rendszerterv megírásához szintén nem elengedhetetlen jelentőségűek, de visszajelzést adnak a lehetséges felhasználók hozzáállásáról.

Összességében elmondható, hogy a kérdőív sikeres volt. A kilenc híján háromszáz kitöltő mutatja, hogy az emberek érdeklődéssel vannak a projekt iránt. A visszajelzésekből egyértelműen leszűrhető, hogy melyek azok a problémák, amik a legnagyobb fejfájást okozzák a vásárlóknak. Ezek közül a számomra két legjelentősebbet emelnék ki. A tömeget és termékek keresését. Az igényeik mellett a bevásárlási szokásokat is részletesen sikerült megismernem. A

kérdőív diagramjaiból kinyert plusz információknak köszönhetően már elkészíthető egy a működésre vonatkozó specifikáció és egy logikai rendszerterv is.

5 Már létező megvalósítások

A projekt kezdeti fázisában utánanéztem már létező, piacon lévő intelligens bevásárlókocsi megoldásoknak. Lényegesnek tartom, hogy lássam egyes gyártók milyen funkciókkal látták el termékeiket és az ügyfeleknek milyen tapasztalataik és visszajelzéseik vannak ezzel kapcsolatban. A továbbiakban elkülönítve írok a Magyarországon és külföldön használatban lévő technológiákról.

Hazánkban még nem beszélhetünk okos bevásárlókocsiról, de már több éve megtalálhatóak az ehhez a témához legközelebb álló önkiszolgáló kasszák a nagyobb élelmiszerboltokban. Az ilyen pénztárak biztosítják a vásárló részére, hogy saját ütemében végezze a termékek vonalkódos beolvasását és fizetését. Az önkiszolgáló kasszák legnagyobb előnyei, hogy a hagyományos kasszák mellett alternatív opcióként gyorsítják a fizetési folyamatot. Az önkiszolgáló kasszák a COVID járvány alatt még nagyobb népszerűsége tettek szert, hiszen minimalizálják az emberi kapcsolatokat. Ebből adódóan az üzlet részéről is előnyös, hiszen csökken a munkaerőköltség.

Egy magyarországi informatikai cég, a Laurel Retail [3] 2022-ben az összes hazai Decathlon üzletben automata önkiszolgáló kasszára cserélte a hagyományos kasszákat. Az előbb említett vonalkódos önkiszolgáló kasszákkal szemben, itt egy újabb technológia felhasználásra került sor. Ebben az esetben a termékek RFID-azonosítókkal vannak ellátva. A kassa alapvetően két nagyobb egységből áll. Az egyik egy kosár, amely a termékek tárolására szolgál, a másik pedig egy antenna a kosár szájánál, amely az azonosítókat olvassa be. A használata nagyon egyszerű, hiszen miután a kosárba dobtuk a kiválasztott árucikkeket, automatikusan megtörténik az olvasás és már fizethetünk is.



6. ábra Laurel Retail - önkiszolgáló kasszák tervezésével foglalkozó hazai cég [3]

A külföldön használatban lévő kialakítások közül elsőként a CUST2MATE-et [4] vizsgáltam meg. Ez a változat már egy bevásárlókocsi, amely egy érintőképernyővel és LFT (Legal for Trade) súlymérő rendszerrel van ellátva. Az összes intelligens bevásárlókocsit forgalmazó cég

közül róluk találtam a legtöbb információt, ezért kezdem velük. A cég mottója a „Pick, Pay and Go”, ami nagyon jól leírja a mi elképzelésünket is. Ez a bevásárlókocsi egy vonalkód olvasóval van felszerelve, amivel a megvásárolni kívánt termékeket azonosítjuk, majd a mérlegre helyezzük. A mérleg elsőszámú feladata a lopások megakadályozása, hiszen a különböző kiszerelesű termékek kicserélése így elkerülhető. A rendszer gyorsaságát az adja, hogy a kocsiba helyezett termékeket nem kell újra kipakolni és a kassza szalagra tenni. Ez annak köszönhető, hogy minden kocsi el van látva egy terminállal. Így a fizetés az üzlet területén bárhol elvégezhető elkerülve a tömeget és a sorban állást. Nagyon hasznos funkciónak találtam még, a célzott marketinget, ami a felhasználó szokásait figyelve a legjobb ajánlatokat és akciót mutatja meg, melyek a kocsi nyelénél elhelyezett kijelzőn jelennek meg. A kijelző feladata még, hogy megjelenítse a beszkenelt termékek listáját, ami így egyszerűen nyomon követhető. Az üzleten belüli navigációban is szerepe van a kijelzőnek. Meg kell említeni, hogy az interaktív felhasználói felület kezelésének gördülékenynek és könnyen tanulhatónak kell lennie. Minden vásárlást követ egy algoritmus, aminek köszönhetően az üzletvezető információt kap, hogy éppen mely árucikkek a legnépszerűbbek és hogyan kell a legjobb ajánlatot összeállítani a vásárlók számára.



7. ábra Cust2Mate okos bevásárlókocsi [4]

További létező megvalósítások közül a New York-i székhelyű Caper Cart-ot [5] emelném ki, amely már a harmadik verziót dobta piacra az intelligens bevásárlókocsik közül. A legutolsó változat AI segítségével automatikusan felismeri a termékeket, amiket a kosárba helyezünk. QR kód szkennelésével egy applikációban bevásárlólista készíthető, melyen nyomon követhető a bevásárlás. Amit nagyon hasznosnak tartok, ennél a modellnél, hogy a keresés funkció is rendelkezésre áll, így spórolva időt és energiát a felhasználónak.



8. ábra Caper Cart okos bevásárlókocsi [5]

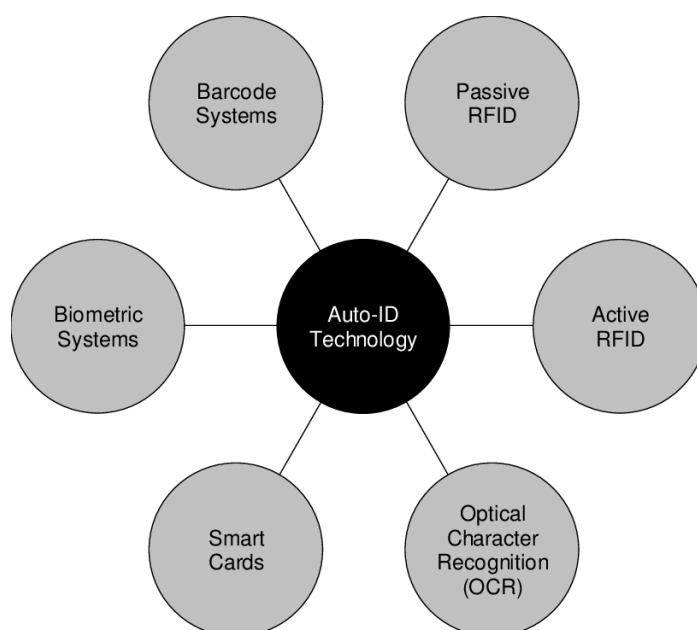
Egy kínai fejlesztésű okos bevásárlókocsinak [6] is utánanéztem. Itt kamerákkal oldották meg a kosárba helyezett termékek azonosítását. Náluk a kijelzőn és az azon megjelenő információkon, személyre szabott ajánlatokon van a hangsúly. Itt egy lítium akkumulátor biztosítja az energiaellátást tizenhat órán keresztül, melyeket akár vezetékiesen vagy vezeték nélkül is lehet tölteni. Mágneses töltésnek köszönhetően a töltés egyszerre húsz kocsival is történhet.



9. ábra SuperHii okos bevásárlókocsi [6]

6 Azonosítási technológiák

Az AIDC (Automatic Identification and Data Capture), azaz Automata Azonosítás és Adatgyűjtés, olyan technológiák összességét jelenti, ahol egy objektum, kép vagy hang irányából érkező információ gyűjtése kézi adatbevitel nélkül történik. Napjainkban szinte már az élet minden területén találkozhatunk különböző automatikus azonosítási technológiákkal, legyen az vásárlás alatt az általunk kiválasztott termékeknél, tömegközlekedés során az applikációban vásárolt jegynél, vagy az okostelefonunk arcfelismerő szoftverében. További felhasználási területek még a leltározás, kiszállítás, biztonsági rendszerek és dokumentáció. Napjainkra ezeknek az azonosítási technológiáknak a száma már nagy. Ide tartozik a vonalkód, a QR kód, mágneses szalagok, okoskártyák, optikai felismerés, rádiófrekvenciás azonosítás és a biometria. Az általam választott téma kidolgozásának egyik korai lépéseként ezeket a módszereket veszem górcső alá, megmutatva azok működését, előnyeit, hátrányait. Végezetül pedig a lehetséges opciók tüzetes összehasonlítása után kiválasztom azt, amelyik véleményem és a piacon megtalálható eszközök tapasztalatai szerint optimális ennek a feladatnak a megvalósításához. A felsorolt módszerek közül csak hármat vizsgálok meg tüzetesebben: a vonalkód, az RFID és az optikai azonosítás. Az előzetes irodalomkutatás után megállapítható, hogy ez a három technológia az, amelyeket leginkább alkalmaznak a külföldi üzletekben használatos intelligens bevásárlókocsikban. [7]

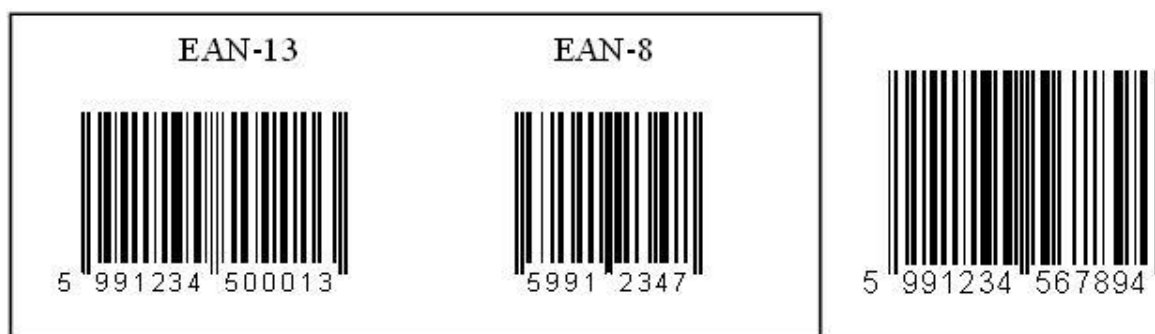


10. ábra Automata Azonosítás és Adatgyűjtés Technológiái [7]

6.1 Vonalkód

Elsőként az egyszerű használata miatt a széles körben elterjedt vonalkóddal kezdek [8]. Ebben az esetben az adatot hordozó kód párhuzamos fekete vonalak szélességének és távolságának váltakozásával jelenik meg. Ezt a típust egydimenziós vonalkódnak nevezzük és szinte mindig kiegészülnek egy a kód alján található számsorral, melynek hossza és összetétele a kódolás mikéntjétől függ. Létezik bináris kódolás, ahol 1-eseket rendelnek a széles, míg 0-akat a keskeny vonalakhoz és vonalközökhöz.

Az UPC kód egy a tengerentúlon kifejlesztett termékazonosítási rendszer típusa, mely a binárisal ellentétben rögzített hosszúságú (12 vagy 6 karakter) és előírásoknak felel meg. A bevásárló üzletekben az EAN (European Article Numbering) kódolás található meg, mely nagyban hasonlít az UPC-hez, ám a felépítésében vannak különbségek. Az EAN típusnak két hosszúságú változata létezik, az EAN-13 és az EAN-8.

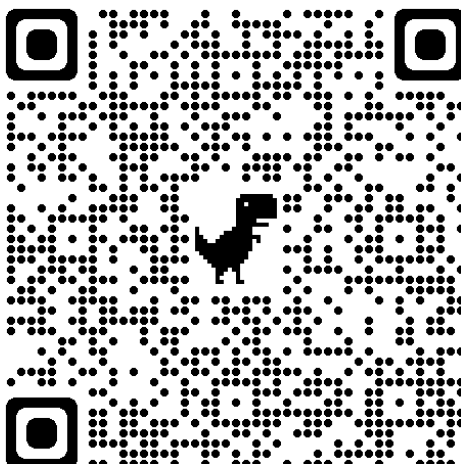


11. ábra EAN-13 és EAN-8 vonalkód típusok [8]

Ezt nevezhetjük az első világméretű kódtípusnak, hiszen az első három számjegy az országjel, amely minden országnak különböző (Magyarország 599). A következő 2-7 számjegy a forgalmazó vagy gyártó cég azonosítója. A cég azonosítóját az országkóddal együtt cégprefixnek nevezzük. A számsorból fennmaradó 2-7 számjegyek a termékazonosító karaktersort jelölik. A termék teljes nevét a kereskedőknek kell a leolvasó rendszerükben hozzárendelni, kivéve, ha a gyártó a termékhez tartozó adatokat feltöltötte a Globális adatszinkronizációs hálózatba (GDSN-Global Data Synchronization Network).

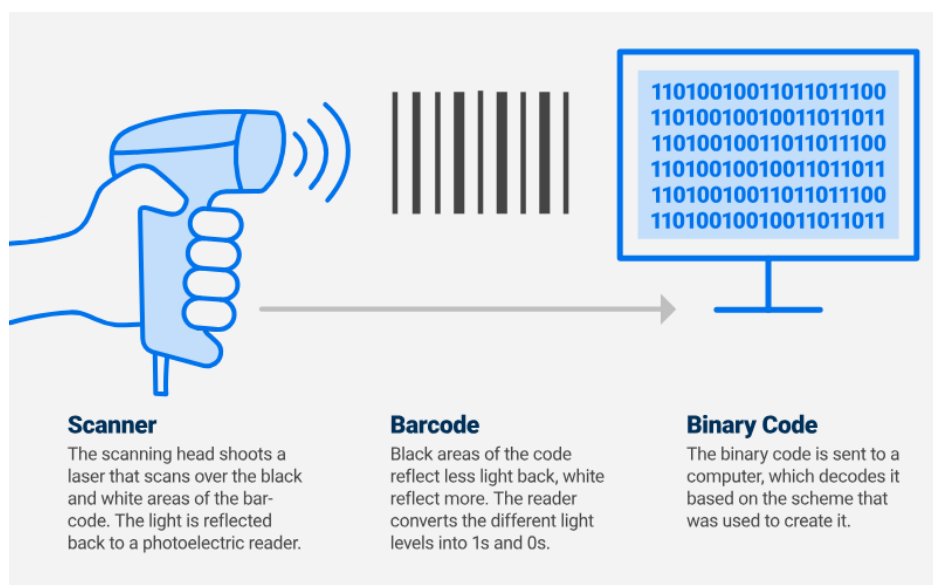
Fontosnak tartom még megjegyezni, hogy a szabványban előírtakhoz megfelelően a különböző kiszerelésű termékeket külön meg kell jelölni. EAN és UPC esetén is találkozhatunk 2 vagy 5 karakter hosszú kiegészítő kódokkal, melyek például könyvek esetén a különböző kiadásokat jelölhetik.

Az eddig taglalt kódok mind egydimenziósak, ám a felhasználók részéről megnövekedett az igény a több információ tárolására. Az ennek köszönhetően kialakult kódokat halmozott kétdimenziós kódoknak nevezzük. Az alap ötlet ugyanaz, miszerint fekete vonalak és fehér vonalközök váltakozása hordozza az adatot, kiegészülve azzal, hogy több kód kerül egymásra, így növelve a kiolvasható információ nagyságát. Az ilyen típusú vonalkódok közül a legelterjedtebb a QR-kód.



12. ábra A kérdőívre mutató QR kód [2]

A kódok leolvasása több eszközzel is működhet, de ezek működése megegyezik. Az olvasó kibocsát magából egy lézert, amely a kódra érkeve a fekete vonalakon elnyelődik, a fehér vonalközökről pedig visszaverődik az olvasó fényérzékelőjére. A visszaverődésből egy bináris kódot kapva az adatfeldolgozó egység képes dekódolni azt és kinyerni a vonalkód által hordozott információt. [9]

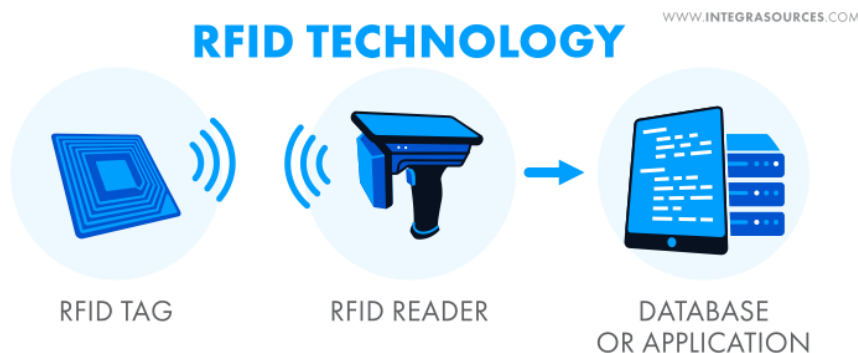


13. ábra A vonalkód olvasás folyamata [9]

A piacon több eszköz is megtalálható, amely képes vonalkódok olvasására. Ezek főként az olvasási távolságban, gyorsaságban és pontosságban különböznek. A legolcsóbbak a tollszerű olvasók, amelyekben egy fotodióda és egy visszajelző LED kapott helyet. Hasonló működésű ám jóval pontosabb eszközök a boltok kasszáinál fellelhető lézeres vonalkód szkennerek. A lézernyaláb egy belső tükrön keresztül vetődik a vonalkódra, így biztosítva, hogy az mindig egy egyenes vonalban lesz beolvasva. Olvasási távolsága több méter is lehet a felhasználás helyétől és annak igényeitől függően. Egy drágább és még pontosabb változatban apró LED-ek vannak sorba rendezve és a fény feszültségét méri. Korlátja, hogy csak meghatározott szélességben olvasni vonalkódokat, emiatt olvasási távolsága is kisebb. A legpontosabb eszközök egy belső kamerát tartalmaznak és képet készítenek a vonalkódról. Nagy előnyük, hogy nem számít, milyen módon tartjuk az olvasót, valamint képesek kétdimenziós kódok olvasására is.

6.2 RFID

A feladat megoldásához másodikként felmerült technológia [10] a rádiófrekvenciás azonosítás (Radio Frequency IDentification), amely rádióhullámok segítségével továbbítja el az RFID címkén tárolt adatot az olvasó irányába. Egy ilyen módszert használó rendszer alapvetően három fő komponensből áll [11] : egy RFID címke, mint adó; egy RFID olvasó, mint vevő és egy antenna. Az RFID olvasó feladata, hogy létrehozzon egy elektromágneses mezőt és a hozzá illesztett antennával közösen képes legyen olvasni és írni a bélyegeket. A rendszer működése során az antenna adatot kap a címkétől, melyet tovább küld az olvasó irányába, amely a megszerzett információt egy számítógépes adatbázisnak közöl.



14. ábra Az RFID technológia lépései [11]

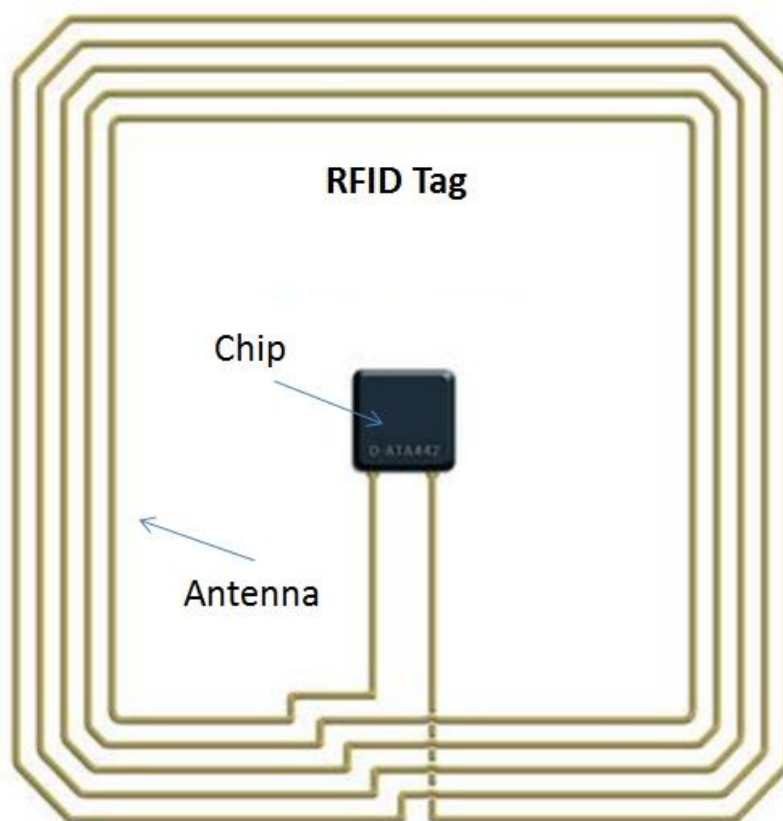
Az RFID rendszereket négy csoportba kategorizálhatjuk [12] a frekvenciatartományok értéke szerint. Az alacsony frekvencia szintű (LF) rendszerek alapvetően 125kHz körül mozognak. Az olvasás ebben az esetben nagyjából néhány centimétertől 1-2 méter távolságig lehetséges. 13.56MHz már a magas frekvenciás (HF) rendszerek megszokott értéke, ebből kifolyólag már nagyobb olvasási távolságú rádiófrekvenciás rendszerek realizálhatóak. Az ultra magas

frekvencia (UHF) értéke 433MHz körül mozog. Végül pedig, ahol a legnagyobb távolságból történő azonosításra van szükség ott mikrohullámú rendszerek alkalmazhatóak 2,45 GHz frekvencia értékkel. Az egyes szintek között eltérés, az rendszer alkalmazásától függ, például elvárt olvasási távolság. Azonban a nagyobb fizikai paraméterek miatt felmerülő problémák orvosolhatóak kiegészítő antennák és tagek rendszerbe implementálásával.

1. táblázat RFID frekvenciatartományok [12]

Kategória	Frekvencia	Olvasási távolság
LF	125 kHz	nagyjából egy méter
HF	13.56 MHz	akár 2 méter is lehet
UHF	433 MHz	7 méter és felette
Mikrohullámú	2.45 GHz	9 méter és felette

Az RFID címkét [13] vagy bélyeget egy integrált áramkör és egy antenna alkotja, melyeket egy a környezeti hatásoktól védő burkoló anyag tart össze. A megjelenésük a felhasználás helye szerint változik. Ahol fizikai hatásoknak van kitéve, ott masszívabb és keményebb burkolatú tagre van szükség, de például az egyenetlen kialakítású felület egy rugalmas címke használatát követeli meg. A címkéknek ezen felül még több csoportosítási szempontja is létezik. Energiaellátás és működés szerint három fajtáját különböztetjük meg a címkéknek. A passzív RFID címkék nem rendelkeznek saját energiaforrással, hanem az olvasó által kibocsátott rádiófrekvenciás jel által indukált áram szolgáltatja az adattovábbításhoz szükséges energiájukat. A passzív címkékről elmondható, hogy alacsony előállítási költségük miatt nagy népszerűségnek örvendenek. A fél-passzív típusú bélyegek a passzíval ellentétben már egy beépített elemmel vannak ellátva, így szolgáltatva az energiát az áramkörnek, amíg a kommunikáció ellátásáért továbbra is az olvasó felelős. A harmadik típus az aktív bélyegek, melyek az összes közül legdrágábbak, mivel ebben az esetben a belső saját energiaforrás az integrált áramkört és a kommunikációhoz szükséges energiát is szolgáltatja. Összefoglalva, a passzív címkék használata költséghatékonyabb megoldást jelent, de az aktív tagek sokkal szélesebb körű felhasználást garantál. Kiválasztás előtt fontos meghatározni a specifikációban, hogy milyen memóriakezelést várunk el a címkéktől. A „read-only” tageket gyártáskor megírják, és utána a rajtuk lévő információ már csak kiolvasható. Ezzel ellentétben találkozhatunk még egyszer írható és sokszor olvasható, vagy többször írható és olvasható címkékkel.



15. ábra RFID tag [13]

6.3 Kamera - képfelismerés

A kamerával történő azonosítás [14] alapja a képfeldolgozás és a gépi tanulás, amelyet több területen használnak objektumok, termékek, szövegek vagy személyek azonosítására. Mindennapi használatban is találkozhatunk ezzel, hiszen szinte már minden okoseszközben megtalálható arcfelismerő program. Gyakran használják még olyan területeken, mint az egészségügy, hogy törött csontokat vagy más elváltozásokat tudjanak megállapítani. A gyárakban, az összeszerelő soron találkozhatunk ilyen rendszerekkel, amelyek azt a célt szolgálják, hogy a szalagon futó termékek közül meg tudják különböztetni a hibás darabokat. A technológia működése több elkülöníthető lépésre bontható le, de elsőként mindenképpen a digitális kép rögzítése. Erre a feladatra bármilyen olyan eszközt használhatunk, amelyek képesek képek rögzítésére (digitális fényképezőgép, kamerák, szkennerek). A képrögzítés után valamilyen módon szükség van a kép tárolására is egy tetszőleges formátumban egy adatbázisban. A rögzítés alatt felléphetnek zajok, kisebb pixelhibák, amiket azonosítás előtt orvosolni kell. Azonosítás alatt a képen a színek, formák, kontrasztok segítségével az algoritmusok végzik a felismerést. Ebben a fázisban előfordulhat, hogy a képet a könnyebb azonosítás érdekében több szegmensre osztják, vagy, hogy egy referencia képpel hasonlítják

össze. A kereskedelembe használt alkalmazásokban [15] a rögzítést követően a terméken lévő szövegek, színek és formák alapján történik az automatizált azonosítás. Emellett olyan megoldással is találkozhatunk, hogy egy adatbázisban tárolnak több referencia képet az adott árurol, és a felismerés során a hasonlóságok keresésén van a hangsúly.



16. ábra Képfelismeréssel működő intelligens bevásárlókocsi [15]

6.4 Összehasonlítás

Ahhoz, hogy a fentiekben ismertetett technológiákról egy átfogó képet kapjunk, és könnyebb legyen egy döntés hozni, egy összehasonlítást végzek több kategóriában. Az összehasonlítás alatt a dolgozatomban tematikájára, az intelligens bevásárlókocsira vonatkozó kategóriákat helyeztem központba, de más szempontokat is belevettem.

Elsősorban a technológia jellege szerint lehet különbséget tenni a kiválasztott módszerek között. A vonalkód már régóta jelen van több szakterületen is és napjainkban is a legelterjedtebb technológiának mondható. Az bevásárlásra korlátozódva nagy előnynek tekintem, hogy a vonalkódok minden termék csomagolásán megtalálhatóak, így nincs szükség további azonosító jelölésekre. Ezzel szemben az rádiófrekvenciás technológia megköveteli tag-ek használatát. Ezzel növelve a termékek költségét és a címkék gyártásának környezeti lábnyomát. A kamerás megoldás esetében a másik kettőtől eltérően képfeldolgozáson alapszik a technológia. Itt az árucikkekről előre elkészült képeket egy adatbázisban tárolva, a kamera ezekre hivatkozva végzi a felismerést.

Az adatmennyiség kérdése is fontos a bevásárlókocsi témájában, hiszen egy adott terméknek többféle adat is vonatkozik. Ide tartozik az ár, név, mennyiség, tömeg, lejárat dátum vagy a bolton belüli elhelyezkedése. A termékekre nyomtatott adattároló vonalkód korlátozott adatmennyiséggel szolgál, míg az RFID-tagek ennél több adat tárolását teszik lehetővé. Adatmennyiség szempontjából a legnagyobb előnye a képeknek van, melyek több információt képesek hordozni.

Véleményem szerint az adatbiztonság kérdése is lényeges, mivel mindhárom módszer fontos részét képezi az adatbázis és az abban tárolt adatok. A vonalkódok könnyen hamisíthatóak, így talán ennek a használata jelenti a legnagyobb kockázatot. Az RFID chippek esetében fontos ezeknek a címkéknek a biztonságos írása és tárolása. Végül a kamera adatok, előre elkészített képek és az algoritmus védelme kulcsfontosságú kérdés a harmadik technológia alkalmazásánál.

A felhasználói kényelem szempontja az egyik legfontosabb faktor a választás során. Ide soroltam az olvasási távolságot, az olvasási sebességet, a pontosságot és a felhasználói interakciókat. A vonalkód olvasó használata nem egy bonyolult művelet, mégis a három közül ehhez kell a legtöbb felhasználói beavatkozás. Az önkiszolgáló kasszák használatának népszerűsége miatt, nem gondolom, hogy ez problémát jelenthet. Az RFID és kamera esetében a vevő részéről elég, ha a kosarába helyezi a terméket és az automatikus azonosítást végző eszköz elé helyezi azt. A kézi vonalkód olvasó korlátozza az olvasási távolságot, de a pontosságot és a sebességet nem befolyásolja. A pontosság a kód olvashatóságától és az olvasó rendeltetésszerű használatától függ. Míg a vonalkód olvasó sebességéről azt mondhatjuk el, hogy megbízható és nem marad el a többi technológia sebességétől. Az RFID olvasásáról az mondható el, hogy nagy pontosságú gyors azonosításra képes, mindezt minimális hiba aránnyal. Alapvetően kis távolságok esetében működik hibátlanul, de ha egy specifikus alkalmazás esetében nagyobb olvasási távolságra van szükség, akkor antenna bővíthetjük a rendszert. A felhasználó oldaláról minimális beavatkozásra van szükség, hiszen elég címkével ellátott árucikket az olvasó/antenna közelébe helyezni. A kamerás módszer ehhez nagyon hasonló tulajdonságokkal rendelkezik. Az azonosítás nagy pontosságú és a felhasználó interakció is minimalizált. Azonban az olvasási távolság és pontosság a kamera minőségétől és a képfeldolgozó algoritmusoktól függ.

Napjainkban fontos tényező a fenntarthatóság is ezért gondolni kell arra is, hogy hosszú távra tervezés során a legtartósabb megoldást válasszuk ki. Ebben az esetben fontos, hogy az azonosítást végző eszközök ne sérüljenek. A vonalkódok jól rögzített, fix adathordozók, de a

fizikai hatásokra érzékenyek, így könnyen tudnak rongálódni. Az RFID címkék tartós, ellenálló chippek, bár ezek is sérülhetnek. Mivel mindkét technológia már régóta használatban van, ezért tartós megoldásnak számítanak. A legújabb kamerás módszer esetében a termékek deformációja után tudunk beszélni azonosítási problémákról. Véleményem szerint a környezetre gyakorolt hatásuk is a fenntarthatóság témakörébe tartozik. A képfelismerés és a vonalkódok használatánál ezek elhanyagolhatóak, amiatt, hogy az energiafogyasztásuk minimális. Azonban a rádiófrekvenciás chippek alkalmazásának és gyártásának már nagyobb környezetkárosító hatása van.

Mindegyik technológiával találkozhatunk a mindennapi használatban, ebből adódóan széles felhasználási területtel rendelkeznek. A vonalkód leginkább üzletekben, logisztikai és raktár rendszerekben lelhető fel. Az RFID egyik népszerű alkalmazása a beléptető kapuk és nyomon követés, míg a képfeldolgozás előnyeit arcfelismerés és gépjármű azonosítás során veszik igénybe.

Meglátásom során a szakdolgozatom egyik legkevésbé elhanyagolható szempontja a költségek kérdése. Elsőre a magasan legolcsóbb megoldást a vonalkód választása jelenti, hiszen itt a vonalkód olvasó költsége mellett nincsenek további kiadások. Az árucikkek csomagolásának köszönhetően olcsó használatba venni. Másodjára az RFID emellett már egy drágább módszer, hiszen a címkék használata plusz költséget jelent, amit a termékek árába kell bele számítani. Harmadjára a kamerás felismerésnél magas kezdeti árakkal kell kalkulálni, mivel a jó minőségű hardware és gyorsan működő algoritmusra van szükség.

Végezetül az összehasonlítás célja, hogy döntést hozzak szerintem melyik az optimális választás ennek a feladatnak a megvalósításához. Az összevetés alapján arra jutottam, hogy a vonalkód technológia használata a legelőnyösebb. A legfontosabb érv a vonalkód mellett az, hogy már most is minden előre csomagolt termék rendelkezik kóddal, azaz nem igényel plusz költséget. Az önkiszolgáló kasszák is vonalkóddal működnek, így az embereknek már van tapasztalatuk az ilyen típusú bevásárlással. Gyorsaságban és pontosságban nincs kimagasló különbség a többivel szemben. Az olvasási távolság esetében nincs igény arra, hogy 10 centiméternél távolabbról kelljen az azonosítást megejteni, így ennek a kategóriának is megfelel. Több kivételben létezik, így választható vezetékes, illetve vezeték nélküli olvasó is. Két nagyobb hátránya az adatmennyiség korlátozottsága és az, hogy a kódok könnyen sérülhetnek.

7 Specifikáció

A kérdőív részletes elemzése és az azonosítási technológiák alapos bemutatása és összehasonlítása után egy a rendszer működésére vonatkozó specifikáció megírása következett. A kérdőív konkrét válaszokat adott arra, hogy melyek azok a funkciók, amelyekre a felhasználói oldalról igény van egy intelligens bevásárlókocsiban. Ezek közül a konkrét problémák közül kiválasztottam hármat. Véleményem és a kérdőív eredménye szerint a következő három funkció a leglényegesebb egy intelligens bevásárló kocsi megvalósításánál.

Első addícióként a kosár aktuális tartalmának nyomon követését választottam. A működést úgy képzeltem el, hogy egy termék azonosítása során a felhasználó kap egy visszajelzést. A visszajelzés két részből áll. Elsőként az éppen beszakentelt adott árucikk alapvető információ jelennek meg, majd ezt követően a bevásárlókocsi aktuális tartalmának összege. A bevásárlás közbeni ellenőrzés, azt a gyakran felmerülő problémára válaszol, hogy a fizetéshez érve nem fogad minket váratlanul a végösszeg.

A második feladatnak egy digitális bevásárlólista készítését tűztem ki. Az alapvető ötlet, az volt, hogy a bolt készletéből válogatva előre elkészíthető egy bevásárlólista. A lista feladata, hogy strukturálja és megszervezze a bevásárlást. Emellett a tervezés pénzt és időt spórolhat meg az embereknek.

A bevásárlólistához szorosan kapcsolódik az utolsó funkció. Az üzletek gyakori átrendezése miatt egyre gyakoribb, hogy egyes árucikkeket nem találunk meg a vásárlók. A lehetőség egy optimális útvonal használatához nem csak a tájékozódásban segít, de a tömeget és sorban állási időt is csökkentheti. A termékek helyét a boltban két adathoz kötve lehet őket megtalálni. Ez a két adat a sor és oszlop szám.

Végül a logikai rendszertervhez kötném az adatbázist is, melynek elsődleges funkciója az árucikkek adatainak és a bevásárlókocsik tartalmának tárolása.

Úgy gondolom, hogy az imént említett funkciók teszik ezt a bevásárlókocsit intelligenssé. És ezek azok a lényeges dolgok, amelyek igazán effektívvé tudják tenni a vásárlás folyamatát.

8 Logikai rendszerterv

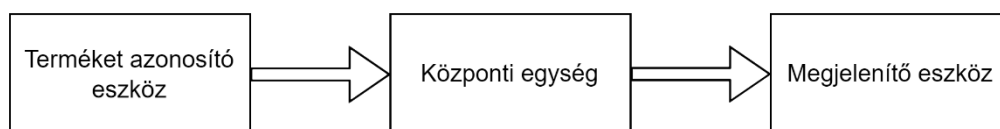
A specifikáció leírását követően lehetőségem nyílt egy logikai rendszerterv megalkotására. A rendszert három fő logikai részre tudom osztani és ez alapján fogom bemutatni. A legfontosabb eleme egy központi egység, ehhez kapcsolódik egy eszköz, amely a termékek azonosítását végzi és egy megjelenítő egység.

A központi egység feladata, hogy az olvasó felől érkező adatokat feldolgozza és továbbítsa azokat a megjelenítő egységnek. Ezen az eszközön futnak a nyomon követést és a bevásárlólista készítését biztosító scriptek is. Továbbá feladata még az is, hogy csatlakozzon a boltban található szerverre és az azon futó adatbázisra. Ha ez a kapcsolat létrejött, akkor képes lekérdezni a vonalkód alapján az adott termékekre vonatkozó adatokat.

A központi egység mellett szükség van egy az azonosítást végző eszközre is. Ennek a feladata, hogy a vonalkódok beolvasása után továbbítsa a számsorozatot a központi egységnek, aki így képes végrehajtani az adatbázisban a rekordok közötti keresést.

Fontos még, hogy helyet kapjon egy felhasználói interfész, ahol az ügyfél visszajelzést kaphat. Fő feladata, hogy megjelenítse az aktuálisan beolvasott árucikk adatait és a bevásárló kocsi aktuális összegét.

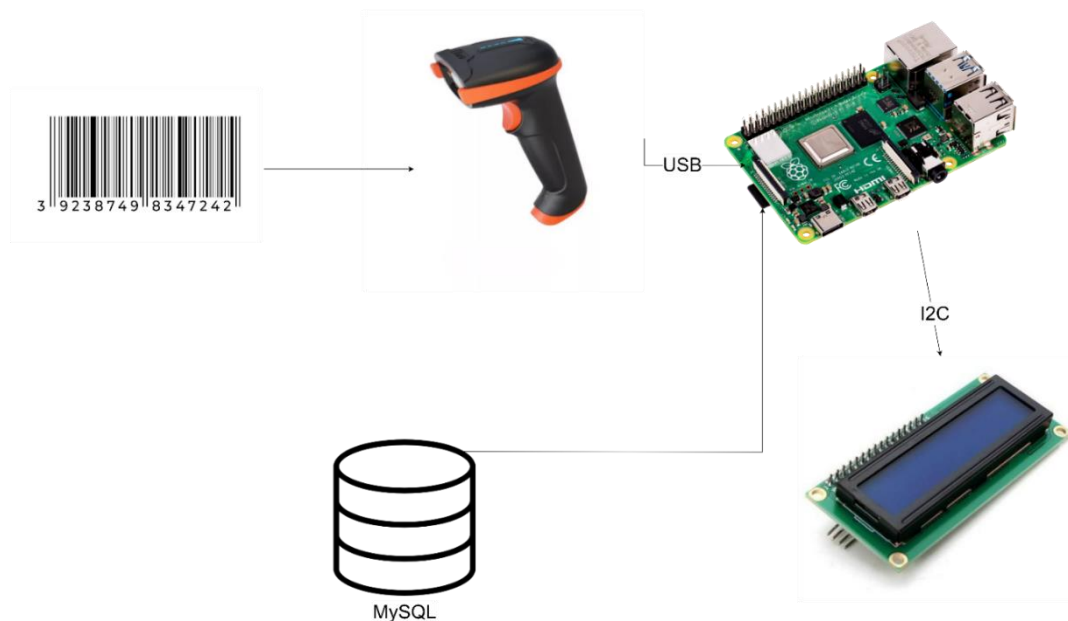
A logikai és fizikai rendszerterv bemutatásához a draw.io szoftvert használtam. [16]



17. ábra Logikai rendszerterv

9 Fizikai rendszerterv

A logikai rendszerterv után a következő lépés egy fizikai rendszerterv létrehozása volt. A projekt korai fázisában több módszert is kipróbáltam. Utána néztem több mikrokontrollernek is és eszköznek is. A vonalkód olvasó kiválasztása előtt pedig az Arduino RC522 RFID olvasójával kísérleteztem. Mielőtt véglegesítettem volna a rendszertervemet kipróbáltam az Arduino UNO és az ESP32 eszközöket is.



18. ábra Fizikai rendszerterv

A központi egységnek, rengeteg előnye miatt egy Raspberry Pi 4 Model B egykártyás számítógépet választottam. Az árucikkek azonosítását egy Tera D5100 2D vonalkód olvasó végzi, amely eszköz Plug-and-Play módon használható. Beüzemelés előtt mindössze a felhasználói utasításból kellett kikeresnem a magyarországi billentyűzetkiosztásra vonatkozó vonalkódot, melyet beolvasva használatra készen állt az olvasó. A vonalkód olvasó és a központi egység közötti kommunikáció USB-n keresztül történik meg. A vonalkód beolvasása után az eszköz USB-n továbbítja a Raspberry Pi-nek az információt. Ebben az esetben a vonalkód olvasó úgy funkcionál, mintha billentyűzetten kézzel gépeltük volna be az információt. A központi egységen futó kód pedig nem tesz különbséget, hogy az információ a billentyűzetről vagy a vonalkód olvasótól érkezett. A felhasználóknak szánt visszajelző üzeneteket egy 16x2 LCD kijelző, a KC-1602-BB-I2C jeleníti meg. Mivel az ezen megjelenítendő adatok, csak a termék neve, ára és a kosár aktuális összege, ezért a kétszer tizenhat sor bőven elegendő. Az LCD kijelző és a Raspberry Pi 4 Model B, I2C (Inter-Integrated

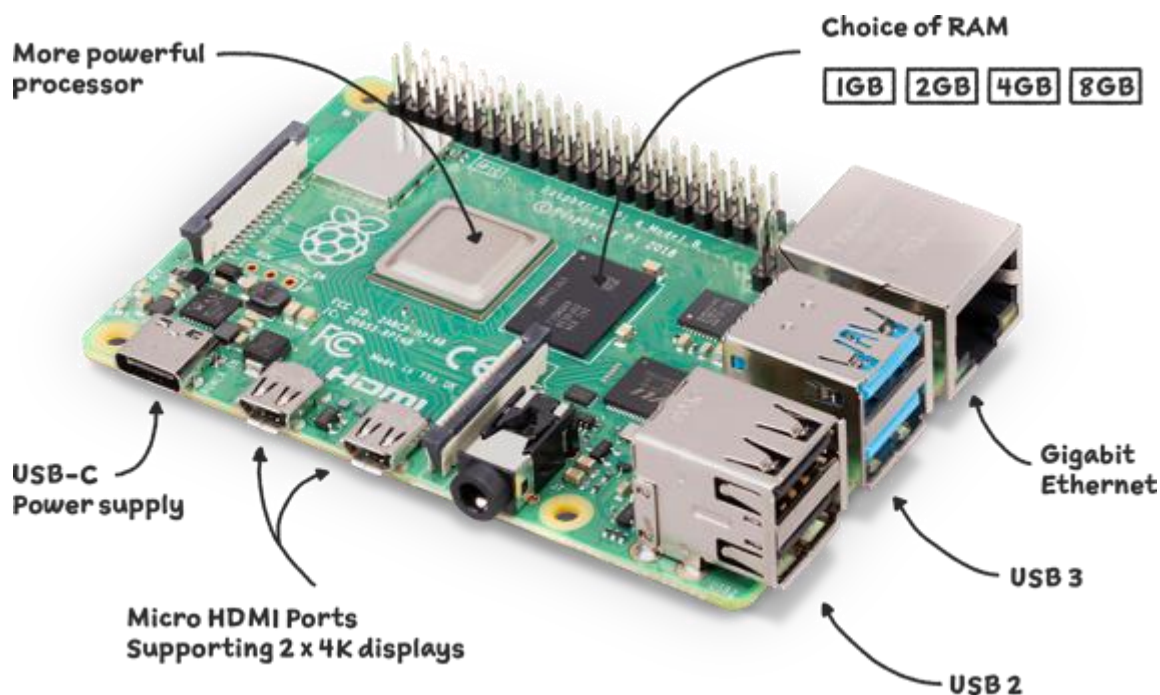
Circuit) kommunikációs protokoll segítségével kapcsolódik egymáshoz. A központi egység irányából ezeken a buszokon keresztül érkezik a felhasználó számára lényeges adat.

9.1 Modulok bemutatása

A következő lépésként a fizikai rendszertervben bemutatott modulokat részletesebben ismertetem és megindokolom a választásukat.

9.1.1 Raspberry Pi 4 Model B

A központi egység szerepére egy Raspberry Pi 4 Modul B [17] eszközt választottam. A projekt megvalósításának szempontjából sok előnye van a többi általam próbált mikrokontrollerrel szemben (Arduino UNO, ESP32). Ez a verzió egy lényeges fejlesztésekkel rendelkezik például sebesség és memória terén az elődeihez képes. Az eszköz egy négy magos ARM Cortex-A72 processzorral, 1,5 GHz-es órajelen és 5 V tápfeszültséggel működik. Megvásárolható 1GB, 2GB, 4GB és 8GB-os kivitelben is. Emellett találhatunk rajta két darab USB 2.0 és két darab USB 3.0 csatlakozót. Rendelkezik 28 darab GPIO, egy darab Ethernet, két darab HDMI és egy darab Jack csatlakozóval.



19. ábra Raspberry Pi 4 Model B [17]

Nagy előnye a többi mikrokontrollerrel szemben, hogy képes Wi-Fi és Bluetooth kapcsolatra is. Egy Linux alapú számítógépként használható, amely támogatja a beágyazott rendszerek fejlesztését. Sokoldalúsága és rengeteg csatlakozási lehetősége biztosítja, hogy könnyen integrálható más eszközökkel. Jelen esetben a vonalkód olvasó használata az USB csatlakozó

miatt Plug-and-Play módon kivitelezhető. Hátrányokat is említve kiemelném, hogy nem csak az ára, de az energiafogyasztása is meghaladja a többi eszközét.

9.1.2 Tera vonalkód olvasó

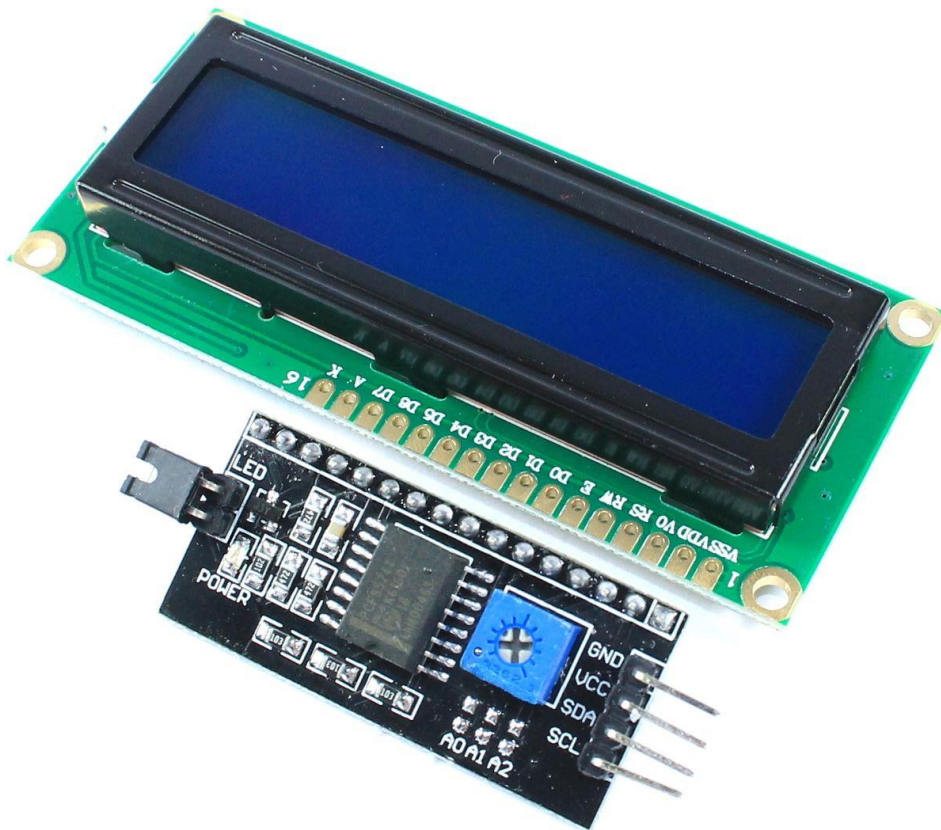
Az általam választott vonalkód olvasó egy középső árkategóriás olvasó, a Tera D5100 [18]. Az eszköz nagyon felhasználóbarát. Rendelkezik akkumulátor töltöttségi szint visszajelzővel és a kialakítása ergonomikus. A legelterjedtebb egy- és kétdimenziós vonalkódok olvasására képes. Támogatja a vezetékes (USB) és vezeték nélküli (2.4G) csatlakoztatást is. Emellett pedig használati útmutatója segítségével a felhasználó igényeinek megfelelően személyre szabható a működése. Lehetőségünk van a kommunikáció módjának kiválasztására, a nyelv kiválasztására, valamint a hang és rezgés beállítására is.



20. ábra Tera D5100 1D/2D vonalkód olvasó [18]

9.1.3 16x2 LCD kijelző

Végül a megjelenítő eszköz egy karakteres LCD kijelző [19]. A kék háttér mellé fehér szöveg párosul háttérvilágítással. A szöveget két sorban 16 karakter szélességben van lehetőségünk megjeleníteni. Az eszköz el van látva még egy I2C adapterrel is. Erre azért van szükség, hogy Raspberry Pi 4 Model B képes legyen a GPIO lábakon keresztül csatlakozni a kijelzőhöz. Az I2C modul négy vezetéken köthető össze a központi egységgel. Ebből kettő a kijelző tápellátásáért felelős (GND, VCC). A másik kettő pedig az órajel (SCL) és az adatjel (SDA) továbbítását biztosítja.

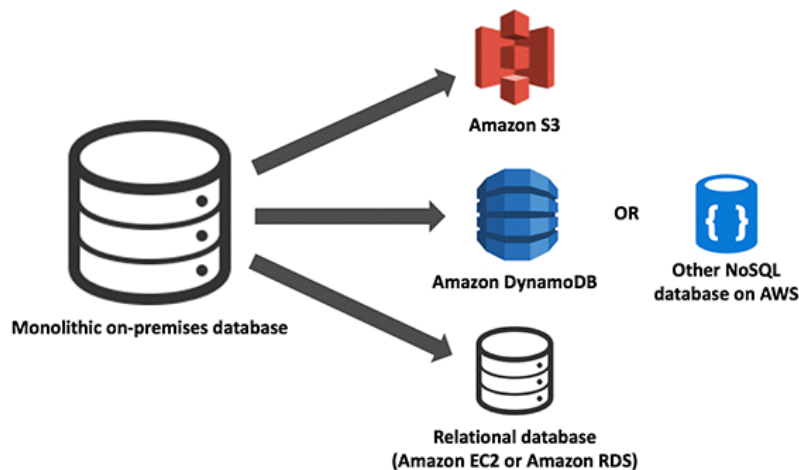


21. ábra 16x2 LCD kijelző I2C modullal [19]

10 Adatbázis

Az adatbázisom elkészítésére számos lehetőség létezik, melyek közül én hármat vizsgáltam meg tüzetesebben. Ezek az Amazon Web Service (AWS), az XAMPP és MySQL használata és legvégül egy szerver vásárlása.

Az Amazon Web Service [20] egy felhőalapú szolgáltatás, melyen belül több szolgáltatás is megtalálható adatbázisok létrehozására és kezelésére. Ki kell emelni az AWS esetében, hogy a skálázhatóság, a rugalmasság, a rendelkezésre állás nagy előnye, mind amellet, hogy támogatja a MYSQL használatát is és könnyen automatizálható [21]. A használati költség viszont magasan itt a legnagyobb a többivel összevetve.

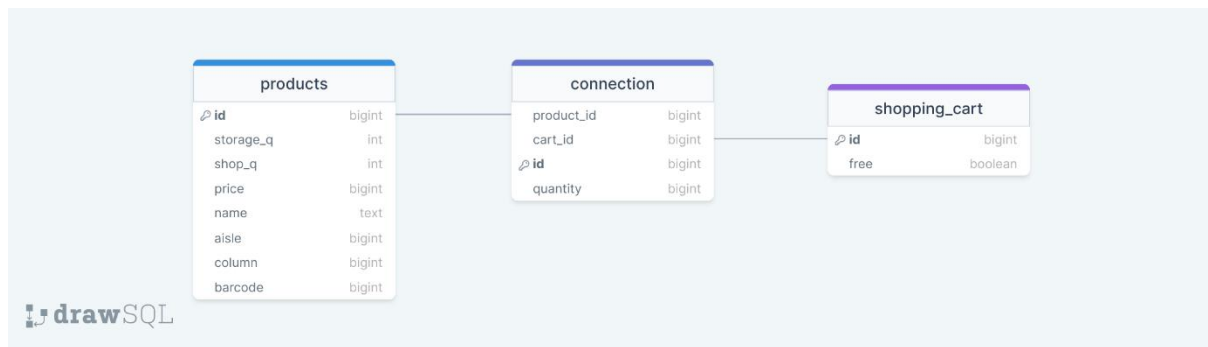


22. ábra Amazon Web Service [21]

Másodikként annak néztem utána, hogy ha lokálisan futtatok egy XAMPP [22] szervert és ezen a szerveren hozok létre egy MySQL adatbázist. Ez az opció a legolcsóbb megoldás az összes közül. Az AWS-el szemben már korlátozottabb a skálázhatóság és a rendelkezésre állás szempontjából. Megvalósításnál ezen tulajdonságai miatt nem a legjobb megoldás.

Utolsó lehetőségként eszembe jutott az, hogy szervert is lehet vásárolni és azon futtatni az adatbázisomat. Ez a lehetőség maximális ellenőrzést biztosít az adatbázis felett. Továbbá teljes mértékben személyre szabható és a megfelelő igényekhez igazítható. Hátránya viszont, hogy üzemeltetési költsége magas lehet.

A projekt követelményeit szem előtt tartva, úgy döntöttem, hogy nincs szükség arra, hogy pénzt adjak ki egy adatbázis létrehozására és kipróbálására. Véleményem szerint tervezési és tesztelési fázisban az XAMPP használata jelenti a legjobb megoldást.



24. ábra A bolt adatbázisának felépítése

Az adatbázis fontos része a projektnek, hiszen itt történik a vonalkód olvasó által rögzített adatok tárolása. Egy élelmiszer bolt adatbázisa azonban sok táblából áll és lényeges a közöttük lévő kapcsolat, emiatt relációs táblázatnak is nevezzük. Eleinte arra gondoltam, hogy négy táblára van szükség, ehhez a megvalósításhoz. Elsőként szükség lesz egy raktár táblára, amely tartalmazza a raktárban található termékeket. Ehhez szorosan kapcsolódik a beszállítói tábla, amely beszállítói oldalról mutatja az árucikkek információit. A boltban a polcokon kint található termékeknek is kell egy tábla, valamint a kosár aktuális tartalmának is szüksége van egy táblázatra. A relációs adatbázisoknál utána járva ezt a logikát átgondoltam és egy összetettebb struktúrával helyettesítettem.

A végleges relációs adatbázisom három táblából épül fel. Elsőként találhatunk egy termék táblát, amely az egyes boltban és raktárban megtalálható árucikkek alapvető adatait tartalmazza. Ezek az adatok a következők: egyéni azonosító (elsődleges kulcs), vonalkód, név, ár. Ezeken felül találkozhatunk még sor és oszlop adatokkal is, melyek a termékek boltban való elhelyezkedésére vonatkozó adatok. Végül a Termékek táblában kapott még helyet az adott cikk mekkora darabszámban található meg a boltban a polcokon és a raktárban.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS products (
    id INTEGER PRIMARY KEY,
    barcode INTEGER NOT NULL,
    name TEXT NOT NULL,
    price INTEGER NOT NULL,
    aisle INTEGER NOT NULL,
    `column` INTEGER NOT null,
    storage_q INTEGER,
    shop_q INTEGER,
    expiration_date DATE NOT NULL);
```

25. ábra Termékek tábla létrehozása

A második tábla a bevásárló kosár adatait tartalmazza. Itt minden használható intelligens bevásárlókocsi saját azonosítóval rendelkezik. Ez az adat funkcionál elsődleges kulcsként.

Továbbá ebben a táblában hoztam létre egy olyan logikai adatokat tároló oszlopot is, ami a kocsik állapotáról szolgáltat információt. A változó 0 vagy 1 értékeket tud felvenni. Ezek alapján egy lekérdezéssel könnyen meg tudjuk állapítani, hogy melyik kosár szabad és melyik van éppen használatban.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS shopping_cart (  
    id INTEGER PRIMARY KEY,  
    sum INTEGER not NULL);
```

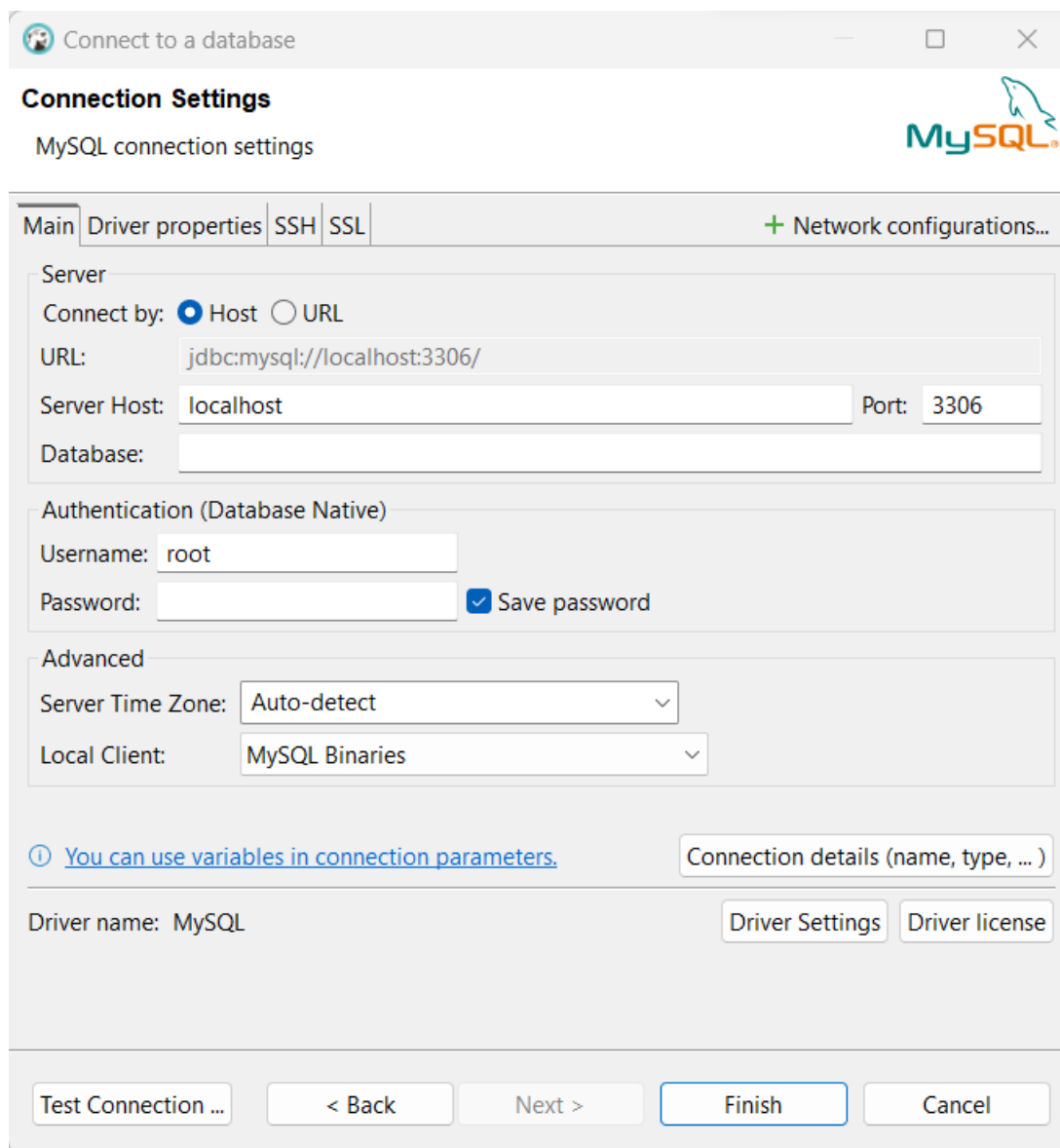
26. ábra Bevásárlókocsi tábla létrehozása

A két tábla között nem hoztam létre közvetlen kapcsolatot, nem az egy kapcsoló tábla segítségével történik. Ezzel a kapcsolótáblával jön létre a több-a-többhöz kapcsolat. A táblában négy jellemzővel találkozhatunk. Van egy azonosító, amely elsődleges kulcsként működik. Megadtam még neki a Termékek tábla azonosítóját és a Bevásárló kocsik azonosítóját is. Ezen a két azonosítón keresztül kapcsolódik a fent említett másik két táblához. Az utolsó adat pedig egy darabszámot ad meg, hogy egy konkrét termékből, hányat azonosítottunk és helyeztünk be a kosarunkba.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS connections (  
    id INTEGER PRIMARY KEY,  
    product_id INTEGER NOT NULL,  
    cart_id INTEGER NOT NULL,  
    quantity INTEGER NOT NULL);
```

27. ábra Kapcsolatok tábla létrehozása

Az adatbázis létrehozásához először aktív szerverre van szükségünk. Az XAMPP Control Panel-en belül a MySQL modult elindítva, már csatlakozhatunk is a DBeaver adatbázisfejlesztő [23] környezettel a szerverre. A DBeaver-en belül több adatbázis kezelő rendszer megtalálható. Én ezek közül az egyik legelterjedtebb és az egyetemen is oktatott MySQL-t választottam. Ezután létre kell hoznunk a kapcsolatot az adatbázisunk és a szerver között. Ehhez szerver oldalról szükség van a Host nevére és a port számra, amik jelen esetben localhost és 3306. Meg kell még adni egy felhasználónevet, ami nálam root.



The screenshot shows the 'Connect to a database' window in DBeaver. The title bar says 'Connect to a database'. Below the title bar, there's a 'Connection Settings' section with the MySQL logo. The main area has tabs for 'Main', 'Driver properties', 'SSH', and 'SSL'. The 'Main' tab is selected. It contains the following fields and options:

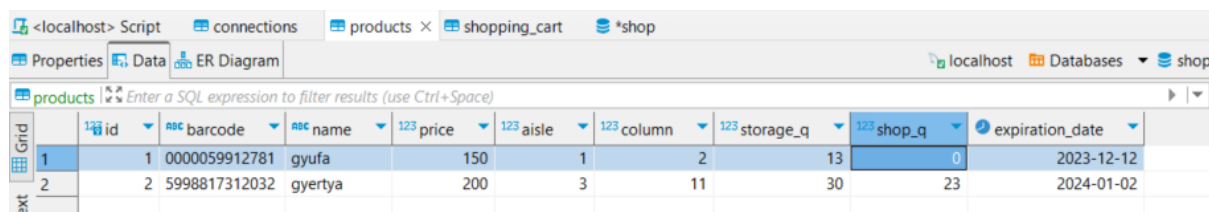
- Server**
 - Connect by: ☒ Host ☐ URL
 - URL:
 - Server Host: Port:
 - Database:
- Authentication (Database Native)**
 - Username:
 - Password: ☒ Save password
- Advanced**
 - Server Time Zone:
 - Local Client:

At the bottom, there's a link: 'You can use variables in connection parameters.' and a button 'Connection details (name, type, ...)'. Below that, it says 'Driver name: MySQL' with buttons 'Driver Settings' and 'Driver license'. At the very bottom, there are buttons: 'Test Connection ...', '< Back', 'Next >', 'Finish', and 'Cancel'.

28. ábra DBeaver csatlakoztatása a szerverhez

A kapcsolat létrejötte után az első lépés az volt, hogy létrehozzak egy adatbázist. Majd ezt követően a fent részletezett logikai és struktúra alapján három táblát.

Az adatbázis felépítésének és működését is tesztelni kell. Ehhez néhány rekordot kézzel felvittem az a táblákba. A tesztelést pedig néhány egyszerű lekérdezés segítségével végeztem.



	id	barcode	name	price	aisle	column	storage_q	shop_q	expiration_date
1	1	0000059912781	gyufa	150	1	2	13	0	2023-12-12
2	2	5998817312032	gyertya	200	3	11	30	23	2024-01-02

29. ábra Tábla feltöltése mintaadatokkal

Az első példa lekérdezés egy adott azonosítóval ellátott kocsi tartalmát jeleníti meg. Kikeresi, hogy az 1-es bevásárlókocsiban éppen melyik termékből hány darab található.

```
SELECT
    products.name,
    connections.quantity
FROM
    shopping_cart
JOIN
    connections ON shopping_cart.id = connections.cart_id
JOIN
    products ON connections.product_id = products.id
WHERE
    shopping_cart.id = 1;
```

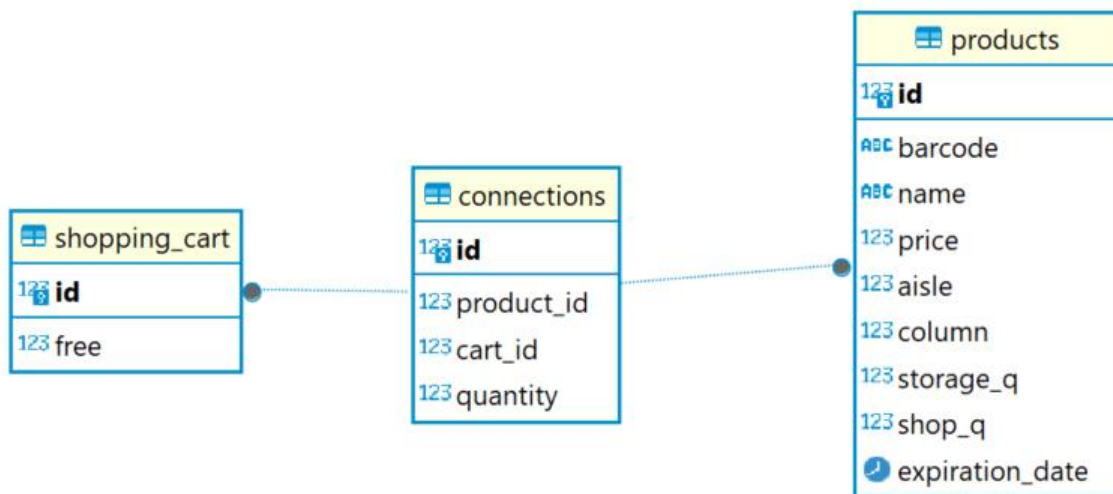
30. ábra Első minta lekérdezés

A második példa lekérdezés, pedig azt a működést szimulálja, hogy egy vonalkód beolvasása esetén a beolvasott termék boltban található darabszáma eggyel csökken.

```
update products
set shop_q = (select shop_q from products where barcode='0000059912781')
-1 where barcode='0000059912781';
```

31. ábra Második minta lekérdezés

A DBeaver használatával elkészült adatbázisban a táblák közötti kapcsolat a következőképpen valósul meg. A shopping_cart tábla id kulcsa a connections tábla cart_id adatával egyezik meg. A products-on belüli id pedig a connections tábla product_id mezőjével van kapcsolatban.



32. ábra A DBeaverben létrehozott végleges adatbázis

11 Szoftver

A szoftver bemutatását a specifikációban megfogalmazott követelmények alapján két fő részre szedném szét. Elsőként a vonalkód beolvasásával és az adatok megjelenítésével foglalkozó scriptet mutatnám be. Másodiknak pedig a bevásárlólista létrehozására elkészített GUI (Graphical User Interface) működését részletezném. Mindkét kód elkészítéséhez a Visual Studio Code [24] fejlesztői környezetet és a Python programozási nyelvet választottam. Ezt azzal indokolnám, hogy ebben a nyelvben van a legtöbb tapasztalatom, és véleményem szerint könnyebb is mint a többi opció. Továbbá a Raspberry Pi hivatalos nyelve is a Python.

A vonalkód olvasó használatához készült kód logikailag két szerkezeti egységre bontható. Elsőként létrehoztam a MySQL adatbázis és a Python közötti kapcsolatot. Ezt követően pedig a vonalkód olvasó felől érkező adat feldolgozása és megjelenítése volt a feladat.

A kód írásának kezdő lépéseként az adatbázishoz történő kapcsolódást kellett elkészíteni a MySQL connector importálásával.

```
#Enables the Python script to communicate with the MySQL database
import mysql.connector
```

33. ábra MySQL importálása

Ezt követi két metódus, amelyek az adatbázison belüli lekérdezéseket valósítanak meg. Mindkét függvény hasonlóan épül fel. Először a connect() és cursor() függvények segítségével kapcsolat létrehozása történik. Ezután a lekérdezés végrehajtására és a kapcsolat bezárására van szükség. Az első függvényhez tartozó lekérdezés a beolvasott vonalkódot megkeresi az adatbázis Termékek táblában és a hozzá tartozó összes adatot kigyűjti.

```

#barcode scanning funciton
def scan(barcode):
    #Connect to the database
    connection = mysql.connector.connect(user="root", password="",
database="shop", host="localhost")
    #Create a cursor to interact with the database
    cursor = connection.cursor()
    #Execute the query
    cursor.execute(f"SELECT * FROM products WHERE barcode =
'{barcode}'")
    #Fetch the first row of the result set returned by the SELECT query
    result = cursor.fetchone()
    #Close the cursor
    cursor.close()
    #Close the connection
    connection.close()
    #Return the result if found
    return result

```

34. ábra Vonalkód beolvasását végző metódus

A második metódus ennél összetettebb lekérdezést hajt végre. Az elvárt működés az, hogy abban az esetben, ha vonalkód beszkenelése megtörtént, akkor az adatbázisban az adott termék boltban lévő darabszámát egyel csökkentse.

```

#database updating function
def update(barcode):
    #Connect to the database
    connection = mysql.connector.connect(user="root", password="",
database="shop", host="localhost")
    #Create a cursor to interact with the database
    cursor = connection.cursor()
    #Execute the query
    cursor.execute(f"UPDATE products SET shop_q = (SELECT shop_q FROM products
WHERE barcode='{barcode}') -1 WHERE barcode='{barcode}'")
    # Commit the changes to the database (required for write operations)
    connection.commit()      #For complex queries that modify the database
    #Close the connection
    cursor.close()
    #Return the result if found
    connection.close()

```

35. ábra Az adatbázis frissítését végző metódus

Miután megtörténik a kapcsolat létrehozása és a Python script már eléri az XAMPP szerveren futó MySQL adatbázist, a vonalkód olvasóval kell foglalkozni. Az USB-n keresztül csatlakoztatott vonalkód olvasó úgy funkcionál, mintha a billentyűzetről érkező információt küldene. Előként a fentebb részletezett két metódust importálására van szükség.

```
#Import the scan and update functions from the data_access.py module
from data_access import scan,update
```

36. ábra Két metódus importálása

Majd, ha ez megtörtént, egy végtelen ciklusban kérjük a felhasználót, hogy olvasson be egy vonalkódot. Amennyiben az olvasás sikeres volt, meghívjuk a scan() függvényt, ami kikeresi nekünk az adatbázisból a megfelelő vonalkódhoz tartozó adatokat és megjeleníti azt a terminálon. Ezen felül a kosár aktuális tartalmának összegét is megjeleníti.

```
while True:
    #Prompt the user to input a barcode or exit the loop
    barcode_input = input('Scan a barcode (or type "exit" to finish): ')

    #Check if the user wants to exit
    if barcode_input.lower() == 'exit':
        break

    #Call the scan function to retrieve product information
    product_info = scan(barcode_input)
    #Display product information matching the scanned barcode
    if product_info:
        print('Product found:')
        print('Name:', product_info[2])
        print('Price:', product_info[3])
        print('Aisle:', product_info[4])
        print('Column:', product_info[5])
        print('Quantity_before:', product_info[7])
        print('Expiration date:', product_info[8])
        #Print the actual sum of the shopping cart
        total_price += int(product_info[3])
        print('Total Price:', total_price)
```

37. ábra A vonalkódhoz tartozó adatok megjelenítése

A digitális bevásárlólista elkészítéséhez a Python egyik népszerű GUI készítő eszközkészletének továbbfejlesztését használtam. A customtkinter [25] Windows 11-re készült, így megjelenésében sokkal letisztultabb és több modullal is van ellátva. A felhasználó

felületnek több funkcióval is rendelkeznie kell, hogy a lista összeállítása egyszerűen és gyorsan megtörténhessen. Ennél a funkciónál nem a DBeaver-ben létrehozott adatbázist használok, hanem egy SQLite adatbázist. A különbség az, hogy ennek az adatbázisnak a futtatásához nincs szükség szerverre, az adatokat egy fájlban tárolja el.

Mindenekelőtt szükség az adatbázisra, amit itt az `import sqlite3` segítségével valósítottam meg. Az adatbázis mindössze egy táblából áll, és a termékek főbb tulajdonságait tartalmazza. Megtalálható benne egy elsődleges kulcs, a termék neve, ára, lejárat dátuma és a bolt belüli helye. Ezt az adatbázist manuálisan feltöltöttem egy két értékkel, hogy lehetőségem legyen tesztelni a kigondolt funkciót.

```
import sqlite3
# Connect to a database (or create one if it doesn't exist)
conn = sqlite3.connect("example.db")
# Create a cursor object to interact with the database
cursor = conn.cursor()

def create_table():
    # Execute SQL commands
    cursor.execute(
        """
        CREATE TABLE IF NOT EXISTS products (
            id INTEGER PRIMARY KEY,
            name TEXT NOT NULL,
            price INTEGER NOT NULL,
            date DATE NOT NULL,
            aisle INTEGER NOT NULL,
            column INTEGER NOT NULL
        )
        """
    )
products = [
    ("kefir", 100, "2023-12-03", 1, 4),
    ("alma", 600, "2023-12-10", 2, 2),
    ("csokoládé", 250, "2023-12-31", 2, 6),
    ("csirkemell", 1000, "2023-11-24", 4, 4),
    ("kenyér", 350, "2023-12-03", 6, 7),
]
```

38. ábra Az SQLite adatbázis létrehozása

Az adatbázis kialakítását követően a felhasználói felület konfigurációját kellett elvégezni. Jelen esetben egy 500x700 méretű, hat sorral és két oszloppal rendelkező ablakot hoztam létre. Itt

fognak helyet kapni a következő modulok. Az első modul egy kereső, ahova egy termék nevét beírva és a keresés gombot megnyomva megkapjuk a boltban megtalálható változatát. A keresett terméket ezután egy gomb segítségével fel tudjuk venni a bevásárlólistánkba, ahol megjelenik a termék néhány alapvető információja. Ezek az információk a termék neve, ára, sor és oszlopszáma.

Egy másik funkció azzal az esettel foglalkozik, ha több terméket teszünk a listába. Ekkor ugyanis egy optimális útvonal alapján helyezi őket sorrendbe. Ennek a sorba rendezésnek az alapja, hogy elsőként a sorszámokat vizsgálja meg és ez alapján állítja sorba a lista elemeit. Ha ez az adat megegyezik, akkor másodikként az oszlop számok alapján állít fel növekvő sorrendet. A sorba rendezés lehetősége egy alapról beépített funkció, nem tartozik hozzá külön gomb, ami aktiválná.

```
def sort_items(self):
    # Sort the item list based on some criteria (e.g., name)
    sorted_items = sorted(self.scrollable_frame.checkbox_list, key=lambda
x: (x.cget("text").aisle, x.cget("text").column))

    # Clear existing items
    self.clear_items()

    # Add sorted items
    for i, checkbox in enumerate(sorted_items):
        self.scrollable_frame.add_item(checkbox.cget("text"))
```

39. ábra A termékek sorba rendezését végző metódus

Ahhoz, hogy a listánk változtatható legyen, helyet kapott még egy törlés gomb. A termékek neve mellett helyet kapott checkbox-ok kipipálásával, majd ezt követően a Törlés gomb megnyomásával lehetséges eltávolítani a listából elemeket. Végül elhelyeztem még egy Összesen feliratot az ablak alján, ahol a bevásárlólista elemeinek végösszegét tudja a felhasználó leellenőrizni.

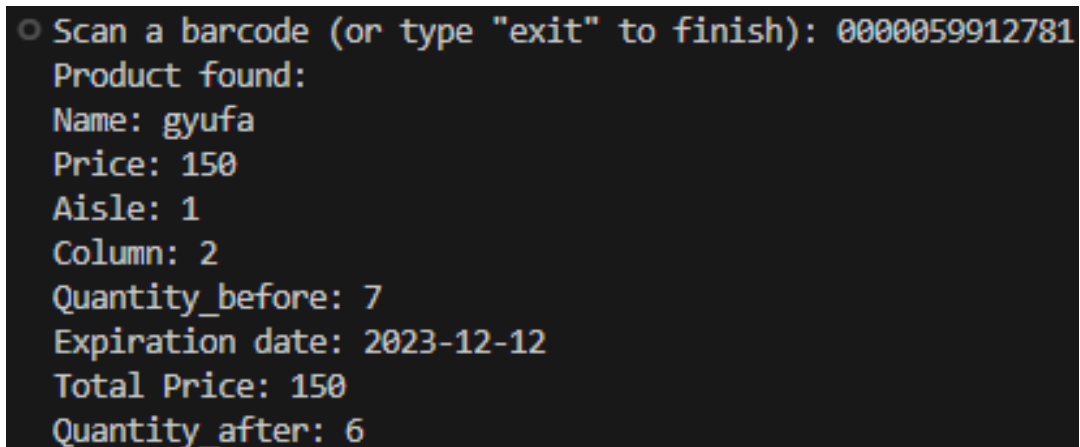
12 Tesztelés

12.1 Vonalkód olvasása

A kód megírása után a működésének tesztelését végeztem el. Itt a cél az, hogy megállapítsuk, hogy a specifikációban megfogalmazott és a szoftverben leírt működésnek megfelel a rendszer.

Először a vonalkód olvasását végző kódot teszteltem. A vonalkód olvasót USB-n keresztül csatlakoztattam a számítógéphez és elindítottam az XAMPP serveren a MySQL-t. Ezt követően futtattam a data_access.py Python kódot, ami a VS Code és az adatbázis közötti kapcsolat létrehozásáért felelős. Ezután a display.py meghívásával elkezdődhet az azonosítás.

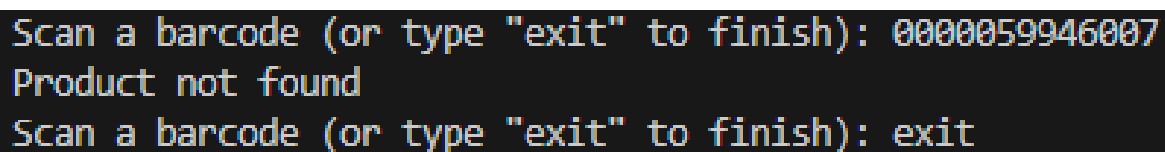
A terminálon megjelenik a felhasználónak szánt üzenet, hogy olvasson be egy vonalkódot. Ilyenkor három lehetséges folytatás áll fent. Abban az esetben, ha az adatbázisban szereplő vonalkódot olvasunk be, akkor megjelennek a hozzá tartozó értékek.



```
Scan a barcode (or type "exit" to finish): 0000059912781
Product found:
Name: gyufa
Price: 150
Aisle: 1
Column: 2
Quantity_before: 7
Expiration date: 2023-12-12
Total Price: 150
Quantity_after: 6
```

40. ábra A sikeres szkennelés eredménye

Van egy eset, ahol előfordulhat, hogy rossz vonalkódot olvasunk, amelyhez nem tartoznak adatok az adatbázisban. Ebben az esetben a „Product not found” üzenettel találkozik a vásárló. A harmadik lehetőségként pedig a vásárlás befejeztével, választhatjuk azt, hogy az „exit” parancs beírásával befejezzük a folyamatot.

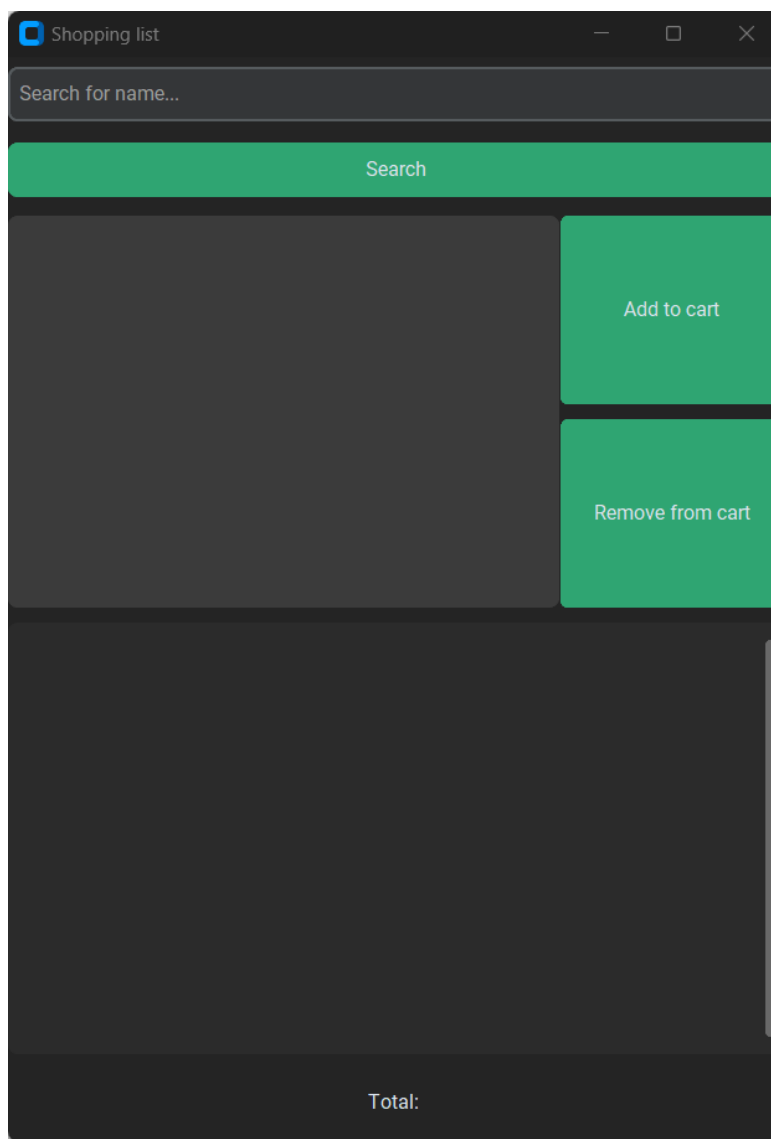


```
Scan a barcode (or type "exit" to finish): 0000059946007
Product not found
Scan a barcode (or type "exit" to finish): exit
```

41. ábra Hibás vonalkód és "exit" esete

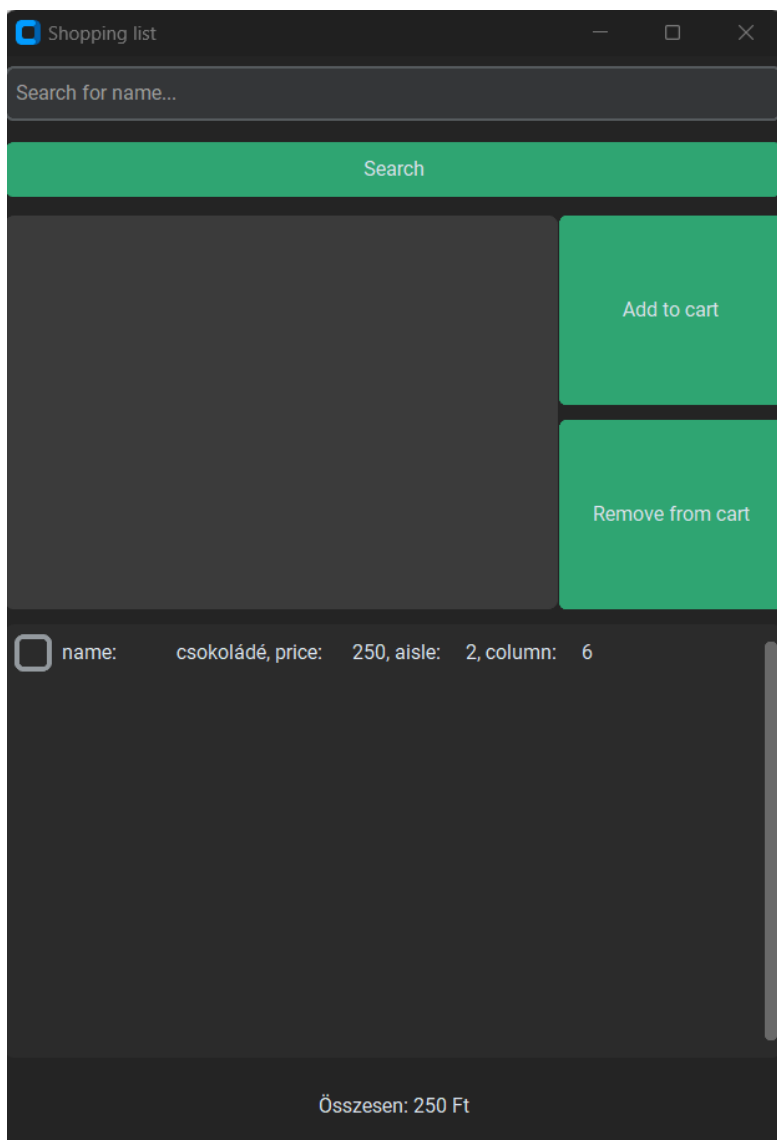
12.1 Bevásárlólista elkészítése

A bevásárlólista készítő GUI tesztelését az adatbázis létrehozásával kezdtem. Amint ez sikeresen lefutott, meghívtam a `search_gui.py` scriptet, ami egy ablakot jelenít meg. Az ablak tetején található egy kereső mezőt, ahova a termékek nevét tudjuk beírni. Ez alatt egy gomb kapott helyett, ami a keresés függvényt hívja meg és kilistázza a gomb alatti szürke szövegdobozba a találatokat. Jobb oldalt középen két gombot tudnak használni a vásárlók. Az egyikkel a keresés eredményét tudjuk a listánkhoz adni, a másikkal pedig onnan tudunk törölni. Az alsó nagy fekete szövegdoboz a lista megjelenítéséért felelős, az utolsó sorban pedig a listánk végösszegét írja ki a program.



42. ábra Bevásárló lista készítésére alkalmas GUI

Az egyes funkciókat egy folyamaton belül tesztelem. Elsőként egy elemet rakva a kosárba láthatjuk, hogy a Total: felirat mögött a listába rakott elem ára jelenik meg. Amennyiben olyan terméknévre keresünk, ami az adatbázisban nem található akkor a „Not found!” hibaüzenettel találkozunk.

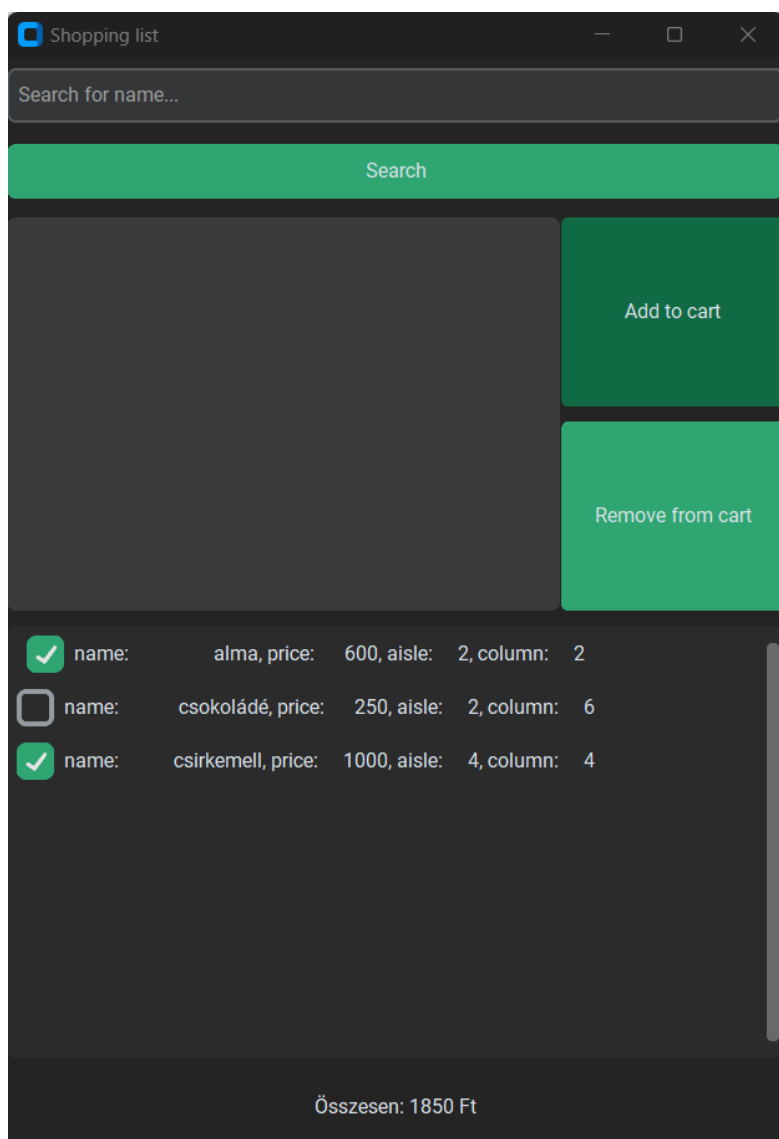


43. ábra A bevásárló lista egy elemmel

Ha több elemet helyezünk a bevásárlólistába, akkor láthatjuk, hogy az összeg tovább növekszik. Ezen felül nem a listába helyezés sorrendjében vagy ABC sorrendben jelennek meg a termékek, hanem elsőként a sor, majd, ha ott egyezés van akkor, az oszlopszám alapján helyezi őket növekvő sorrendbe. Ezzel alakítva ki a vásárlónak az optimális útvonalat.

Ha több elem kerül a listába, akkor lehetőségünk lesz törlésre. Egyszerre több elem is törölhető. Csupán annyi a teendő, hogy az általunk törölni kívánt termékek neve melletti jelölődobozt kijelöljük és a „Remove from cart” gombot megnyomjuk.

A törlést követően a lent található végösszeg is frissül, valamint a sor és oszlop adatok alapján elkészített optimális útvonal is változik, ha szükséges.



44. ábra A bevásárlólista több elemmel

13 További lehetőségek

Az intelligens bevásárlókocsi egy nagyon összetett és sokoldalú projekt, ezért rengeteg olyan funkció és megvalósítás van, amelyre ebben a dolgozatban nem tudtam kitérni. Az általam felvázolt problémákon felül még sok olyan kérdés van, amelyre megoldást kell találni. Alapvetően kétféleképpen lehet bevásárlókocsik tovább fejlesztéséről beszélni. Az egyik egy új technológia megjelenése, amely lehetőséget teremt a fejlődésre. A másik módja pedig a felhasználók igényeinek további elemzése. Ez a két faktor, amely ösztönzi a fejlődést és ezek miatt merülnek fel további lehetősége a bevásárlás élményének javítására és optimalizálására.

Elsőként az egyik általam megvalósított alkalmazás kibővítésére gondoltam. Az optimális útvonal használatát térképes megjelenítéssel még átláthatóbbá lehet tenni. Ezen felül a navigáció ki lehetne egészíteni aktuális kedvezményekkel és akciókkal, vagy személyre szabott ajánlatokkal. A térkép megjelenítése pedig egy érintőképernyős kijelző használatát is indokolja.

Az egyik fejlesztési lehetőségnek látom egy mérleg implementálását a bevásárló kocsiba. Ezzel segítve az embereket, hogy a megfelelő mennyiséget tudják kiválasztani a nem előre csomagolt termékek közül. Ezek mellett biztonsági és nyomon követési feladatot is el tud látni. A mérleg által mért információ alapján vásárlási szokásokat lehet elemezni és ez alapján akár személyre szabott ajánlatokkal készülni a felhasználóknak, így motiválva őket.

Az adatelemzés és mesterséges intelligencia felhasználásában is nagy potenciál rejlik. A mesterséges intelligencia használatával a vásárlói szokások és preferenciák egyre jobban megismerhetők és kielemezhetők. Az így létrehozott személyes ajánlatok nem csak felhasználói szempontból előnyösek, hanem az eladó munkáját is segítik.

Napjainkban, már minden szolgáltatáshoz találhatunk mobiltelefonos applikációt. Így szerintem ezen a téren sem maradhat el ennek a megjelenése. Az alkalmazás fő feladata, hogy összefogja az intelligens bevásárlókocsi funkcióit. Egy helyen lehessen bevásárlólistát készíteni és nyomon követni a kosár tartalmát. Ezen felül új lehetőségeket is kínál egy telefonos alkalmazás. Az applikációban helyet kaphatnának még kuponok, a telefon kameráját használó vonalkód olvasó és fizetési lehetőség is.

14 Összefoglalás

Szakdolgozatomat egy összefoglalással zárnám, melyben a tapasztalataimat és meglátásaimat gyűjtöttem össze. Elsőként a szoftverfejlesztése során szerzett tapasztalataimat emelném ki. Mivel a szoftvert megírásához a Python nyelvet választottam, így sikerült szélesbítenem ebben a programozási nyelvben a tudásomat. Az adatbázis használatához SQL-ben szerzett tudásomat tudtam bővíteni, valamint a relációs adatbázisok működését is sikerült jobban megismernem. A szakirodalom kutatás során megismerkedtem több azonosítási technológiával is, amelyek működése már régóta érdekelt. Ezen felül több külföldi és egy magyar fejlesztő cég munkájával is megismerkedtem a szakdolgozat korai fázisában. Kérdőív készítését és kiértékelését is volt lehetőségem foglalkozni. Ezek mellett több mikrokontrollernek is utána néztem, melyek közül többet ki is tudtam próbálni. A rendszerre vonatkozóan elmondhatom, hogy tesztelés során sikerült megfelelni a specifikációban megfogalmazott elvárásoknak. Zárásként megemlíteném, hogy a szakdolgozatom kidolgozása, megvalósítása és megírása során rengeteg új, hasznos információra és készségre tettem szert.

15 Irodalomjegyzék

- [1] A. User, „community.ibm.com,” IBM, 4. november 2022.. [Online]. Available: <https://community.ibm.com/community/user/ai-datascience/blogs/tim-stone2/2022/11/04/how-shopics-smart-cart-technology-provides-brick-a>. [Hozzáférés dátuma: 7. szeptember 2023.].
- [2] T. András, „Google Forms,” Tóth András, 5. október 2022.. [Online]. Available: https://docs.google.com/forms/d/1cZxhgx2aXbCQX1cdka9dN_S-aldL2S1IWP5LisD8sUA/edit?ts=633da2a9. [Hozzáférés dátuma: 17. október 2022.].
- [3] L. Retail, „laurel.hu,” Laurel Retail, [Online]. Available: <https://laurel.hu/termek/onlinekassza>. [Hozzáférés dátuma: 14. szeptember 2023.].
- [4] Cust2Mate, „cust2mate.com,” Cust2Mate, [Online]. Available: <https://www.cust2mate.com/>. [Hozzáférés dátuma: 10. szeptember 2022.].
- [5] Caper, „caper.ai,” Caper, [Online]. Available: <https://www.caper.ai/>. [Hozzáférés dátuma: 10. szeptember 2023.].
- [6] Superhii, „superhii.com,” Superhii, [Online]. Available: <https://superhii.com/>. [Hozzáférés dátuma: 10. szeptember 2023.].
- [7] D. Wyld, „researchgate.net,” január 2010.. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/The-Family-of-Automatic-Identification-Technologies-8-o-cellular-phones-o-digital_fig2_45825732. [Hozzáférés dátuma: 3. december 2023.].
- [8] O. Solutions, „leltarozunk.hu,” Optinvent Solutions, [Online]. Available: <https://leltarozunk.hu/tudastar/vonalkod-kialakulasa-a-vonalkod-tipusok-attekintese/>. [Hozzáférés dátuma: 1. október 2023.].
- [9] Magestore, „magestore.com,” Magestore, [Online]. Available: <https://www.magestore.com/blog/what-is-a-barcode/>. [Hozzáférés dátuma: 1. október 2023.].
- [10] M. Shahroz, „ieeexplore.ieee.org,” IEEE, [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9060814>. [Hozzáférés dátuma: 7. október 2023.].
- [11] T. Y.-A. Solovev, „integrasources.com,” Integra Sources, 23. október 2023.. [Online]. Available: <https://www.integrasources.com/blog/differences-between-rfid-and-nfc-systems-their-applications-and-alternatives/>. [Hozzáférés dátuma: 3. december 2023.].
- [12] S. Amsler, „techtargget.com,” TechTarget, március 2021.. [Online]. Available: <https://www.techtargget.com/iotagenda/definition/Rfid-radio-frequency-identification>. [Hozzáférés dátuma: 7. október 2023.].
- [13] A. KALNOSKAS, „analogictips.com,” 2. május 2017.. [Online]. Available: <https://www.analogictips.com/rfid-tag-and-reader-antennas/>. [Hozzáférés dátuma: 3. december 2023.].

- [14] R. Kumar, „e-consystems.com,” e-con Systems, 10. január 2022.. [Online]. Available: <https://www.e-consystems.com/blog/camera/applications/key-camera-related-features-of-smart-trolley-and-smart-checkout-systems/>. [Hozzáférés dátuma: 10. október 2023].
- [15] Tracxpoint, „tracxpoint.com,” Tracxpoint, [Online]. Available: <https://tracxpoint.com/products-and-systems/daivi/>. [Hozzáférés dátuma: 3. december 2023.].
- [16] „draw.io,” [Online]. Available: <https://app.diagrams.net/>. [Hozzáférés dátuma: 26. november 2023.].
- [17] R. P. (. Ltd., „raspberrypi.com,” Raspberry Pi (Trading) Ltd. , június 2019. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>. [Hozzáférés dátuma: 24. november 2023.].
- [18] Tera, „tera-digital.com,” Tera, [Online]. Available: <https://tera-digital.com/products/2d-barcode-scanner-d5100>. [Hozzáférés dátuma: 21 október 2023.].
- [19] hestore.hu, „hestore.hu,” [Online]. Available: https://www.hestore.hu/prod_10042987.html. [Hozzáférés dátuma: 17. október 2023.].
- [20] aws.amazon.com, „Amazon Web Service,” Amazon, [Online]. Available: https://aws.amazon.com/rds/aurora/?nc2=h_ql_prod_db_aa. [Hozzáférés dátuma: 1. szeptember 2023.].
- [21] E. S.-K. Thirugnanasambandam, „aws.amazon.com,” Amazon, 10. január 2019.. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/blogs/database/reduce-database-cost-and-improve-availability-when-you-migrate-to-the-aws-cloud/>. [Hozzáférés dátuma: 3. december 2023].
- [22] XAMPP, „apachefriends.com,” XAMPP, [Online]. Available: <https://www.apachefriends.org/hu/index.html>. [Hozzáférés dátuma: 12. november 2023.].
- [23] S. Rider, „dbeaver.io,” DBeaver, 22. október 2023.. [Online]. Available: <https://dbeaver.io/>. [Hozzáférés dátuma: 29. október 2023.].
- [24] VisualStudio, „code.visualstudio.com,” Visual Studio, [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/>. [Hozzáférés dátuma: 26. november 2023.].
- [25] T. Schimansky, „customtkinter.tomschimansky.com,” Tom Schimansky, [Online]. Available: <https://customtkinter.tomschimansky.com/>. [Hozzáférés dátuma: 21 október 2023.].

16 Irodalomjegyzék

1. ábra Hány éves Ön?.....	9
2. ábra Mi okoz Önnek nehézséget a bevásárlás során?.....	10
3. ábra Ön szerint hasznos lenne egy kijelző a bevásárlókocsin, amely megmutatná, hogy az adott termék merre található?	11
4. ábra Segítené Önnek, ha bevásárló listája alapján egy előre megtervezett optimális útvonalon haladva végezhetné a bevásárlást?	11
5. ábra Szeretné bevásárlása során nyomon követni a kosara tartalmának aktuális összegét.	12
6. ábra Laurel Retail - önkiszolgáló kasszák tervezésével foglalkozó hazai cég [3].....	14
7. ábra Cust2Mate okos bevásárlókocsi [4]	15
8. ábra Caper Cart okos bevásárlókocsi [5]	16
9. ábra SuperHii okos bevásárlókocsi [6].....	16
10. ábra Automata Azonosítás és Adatgyűjtés Technológiái [7]	17
11. ábra EAN-13 és EAN-8 vonalkód típusok [8]	18
12. ábra A kérdőívre mutató QR kód [2]	19
13. ábra A vonalkód olvasás folyamata [9]	19
14. ábra Az RFID technológia lépései [11]	20
15. ábra RFID tag [13]	22
16. ábra Képfelismeréssel működő intelligens bevásárlókocsi [15].....	23
17. ábra Logikai rendszerterv	27
18. ábra Fizikai rendszerterv	28
19. ábra Raspberry Pi 4 Model B [17].....	29
20. ábra Tera D5100 1D/2D vonalkód olvasó [18]	30
21. ábra 16x2 LCD kijelző I2C modullal [19]	31
22. ábra Amazon Web Service [21]	32
23. ábra Amazon Web Service.....	32
24. ábra A bolt adatbázisának felépítése	33
25. ábra Termékek tábla létrehozása	33
26. ábra Bevásárlókocsi tábla létrehozása	34
27. ábra Kapcsolatok tábla létrehozása	34
28. ábra DBeaver csatlakoztatása a szerverhez	35
29. ábra Tábla feltöltése mintaadatokkal.....	36
30. ábra Első minta lekérdezés	36
31. ábra Második minta lekérdezés	36
32. ábra A DBeaverben létrehozott végeleges adatbázis.....	37
33. ábra MySQL importálása	38
34. ábra Vonalkód beolvasását végző metódus	39
35. ábra Az adatbázis frissítését végző metódus	39
36. ábra Két metódus importálása	40
37. ábra A vonalkódhoz tartozó adatok megjelenítése	40
38. ábra Az SQLite adatbázis létrehozása	41
39. ábra A termékek sorbarendezését végző metódus.....	42
40. ábra A sikeres szkennelés eredménye	43
41. ábra Hibás vonalkód és "exit" esete	43
42. ábra Bevásárló lista készítésére alkalmas GUI	44
43. ábra A bevásárló lista egy elemmel.....	45
44. ábra A bevásárlólista több elemmel	46