

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
UNIVERZITET U NOVOM SADU

SBNZ – Predlog projekta

SMART KITCHEN: COOKING RECIPE RECOMMENDATION SYSTEM

Dušan Stević SW10-2016

4/20/2020

Spisak članova tima.....	3
Motivacija.....	3
Pregled Problema.....	4
Pregled postojeće literature	4
Prednosti smart kitchen aplikacije	4
Pregled specifičnosti problema koji se rešava	5
Entiteti smart kitchen aplikacije.....	5
Proces preporučivanja recepata	6
Proces monitoring.....	7
Proces izveštavanja	7
Proces održavanja	8
Metodologija rada.....	8
Input.....	8
Output.....	8
Interakcija sa bazom znanja	8
Konkretni primer rezonovanja	8
Preporuka recepata	8
Povlačenje recepta.....	9
Budući pravci istraživanja.....	9
The Internet of things (IoT)	9
Artificial intelligence (AI).....	10
Literatura	10

Spisak članova tima

Individualni projekat : Dušan Stević SW10-2016

Motivacija

U uslovima sve bržeg života potreba za zdravom hranom nameće se kao imperativ. Nedostatak vremena za spremanje zdravih i kvalitetnih obroka predstavlja jedan od osnovnih problema čovekove današnjice. Neuravnotežena i nepravilna ishrana uzrok je mnogih oboljenja [1]. Kao ideja vodilja za razvoj smart kitchen aplikacije je težnja da se uštedi dragoceno vreme koje se provodi u prelistavanju kulinarskih knjiga i sajtova. Smart kitchen aplikacija je zamišljena kao web aplikacija koja omogućava korisniku da na osnovu raspoloživih sastojaka u frižideru skuva kvalitetan i zdrav obrok. Ekspertsko znanje profesionalnih kuvara i nutricionista sintetisano je u vidu baze znanja (pravila) i baze podataka smart kitchen aplikacije. Aplikacija je realizovana upotrebom rule based expert system [2]. Domen specifično znanje iz oblasti kulinarstva i nutricionizma na formalan način je predstavljeno u obliku pravila i podataka skladištenih u SQL bazi podataka. Deklarativnim programiranjem postiže se veći stepen ekspresivnosti domenskog znanja.

Smart kitchen aplikacija omogućava korisniku:

1. Pregled recepata (jela) koje korisnik može da spremi na osnovu raspoloživih sastojaka (namirnica) u svom frižideru .
2. Uštedu vremena prilikom spremanja jela.
3. Vodi računa o korisnikovim alergijama na namirnice.
4. Vodi računa o rokovima upotrebe namirnica u frižideru.
5. Vodi računa o količinama namirnica potrebnih za spremanje nekog jela.
6. Vodi računa o energetske vrednosti hrane.
7. Vodi računa da se korisnik hrani raznovrsno, da ne jede ista jela u toku nedelje.

Aplikaciju mogu da koriste dve grupe korisnika: administratori i korisnici. Da bi korisnik mogao da koristi aplikaciju, neophodno je da se prethodno uspešno prijavi na sistem.

Aplikacija se sastoji od sledećih segmenata:

1. SQL baza podataka za namirnice (sastojke) i recepte (jela). Deo domenskog znanja uskladišten u formi baze podataka. Za popunjavanje ove baze podataka korišćeni su sledeći izvori (kulinarske knjige, časopisi, emisije, tv programi, specijalizovani sajtovi, nutricionističke tablice).
2. Baze znanja (pravila) na osnovu kojih će se korisniku predlagati recepti. Deo domenskog znanja uskladišten u formi pravila. Pravila imaju strukturu IF (condition) THEN (action) [3]. Podaci iz iz SQL baze podataka koriste se da bi se proverio uslov iz pravila. Ukoliko je uslov zadovoljen okidaju se akcije.
3. Rezoner koji povezuje bazu znanja (pravila za rezonovanje) sa bazom podataka [3]. Sistem pokreće rezoner i izvršava Drools pravila za rezonovanje.

4. Korisnički interfejs koji predstavlja sponu između ekspertskog sistema i korisnika. Unošenjem podataka o raspoloživim stavkama u frižideru u aplikaciju, korisnik na osnovu uskladištenog domenskog znanja pokreće rad ekspertskog sistema koji treba korisniku da predloži recept.

Pregled Problema

Pregled postojeće literature

Za potrebe istraživanja analizirana su postojeća rešenja koja koriste sisteme bazirane na pravilima. Izanalizirani su postojeći sistemi za preporuku kulinarskih recepata na osnovu kojih su predloženi sledeći zaključci. Veliki broj aplikacija razvio se za potrebe Computer Cooking Contest (CCC) [4]. Korišćena je jedinstvena baza sastojaka i recepata za Computer Cooking Contest (CCC) [5]. Korišćenjem iste baze podataka smanjila se ekspresivnost domenskog znanja iz oblasti kulinarstva. Pored ovog problem korišćenjem iste baze podataka korisnici uvek imaju isto korisničko iskustvo i sužen izbor mogućnosti. Nije omogućeno širenje baze podataka u runtime režimu što za posledicu ima monotonost aplikacija. U pojedinim aplikacijama je uočeno da pravila nisu dovoljno kompleksna [3]. Forward-chaining rezonovanje je na jednom nivou [6]. Kod svih analiziranih primera primećeno je odsustvo funkcionalnosti monitoringa i izveštavanja. Osim CookIIS Mobile aplikacije [7] nijedna od analiziranih aplikacija ne podržava dodatne funkcionalnosti (rating sistem i alergije).

Prednosti smart kitchen aplikacije

Prednosti smart kitchen aplikacije u odnosu na postojeća rešenja:

1. Veća baza podataka (veći broj namirnica i recepata u sistemu)
2. Sistem proširen većim brojem kompleksnijih pravila
3. Mogućnost naknadnog proširivanja baze podataka i pravila u runtime režimu
4. Forward – chaining rezonovanje na dubljem nivou (minimalno 2 nivoa)
5. Monitoring namirnica u frižideru
 - 5.1. Monitoring roka upotrebe namirnica u frižideru
 - 5.2. Monitoring raspoloživih količina namirnica u frižideru da li se nivo namirnica spustio na 0 i da li potrebno obaviti kupovinu
6. Izveštavanje
 - 6.1. Administratora
 - 6.2. Korisnika
7. Dodatne funkcionalnosti u aplikaciji
 - 7.1. The Five-Star Quality Rating System
 - 7.2. Liked/Disliked ratio System
 - 7.3. Različiti filteri i sortiranja top 10 System (kriterijum: prosečna ocena, frekvencija kuvanja, liked/disliked ratio, vremenski opseg: proteklih 7 dana, mesec dana , godinu dana)
 - 7.4. Funkcionalnost koja vodi računa o alergijama korisnika
 - 7.5. Funkcionalnost koja vodi računa da se isto jelo ne ponavlja dva ili više puta u toku nedelje kako bi se korisnik raznovrsno hranio
8. Intuitivan korisnički interfejs u skladu sa Human–computer interaction (HCI) principima [4]

Pregled specifičnosti problema koji se rešava

Smart kitchen predstavlja višeslojnu veb aplikaciju, koja koristi sistem baziran na pravilima da bi omogućila rezonovanje nad unetim podacima.

Entiteti smart kitchen aplikacije

Smart kitchen aplikacija operiše sledećim entitetima:

1. Namirnica / sastojak opisan je sledećim atributima
 - 1.1. Šifra(jedinstveno) → unosi administrator
 - 1.2. Naziv → unosi administrator
 - 1.3. Slika → unosi administrator
 - 1.4. Rok upotrebe → unosi korisnik
 - 1.5. Količina(kg) → unosi korisnik
 - 1.6. Cena(\$ → unosi korisnik
 - 1.7. Kalorije(cal) → unosi administrator
 - 1.8. Kategorija namirnice (Vegetables and legumes/beans; Fruit; Grain (cereal) foods, mostly wholegrain and/or high cereal fiber varieties; Lean meats and poultry, fish, eggs, tofu, nuts and seeds and legumes/beans; Milk, yoghurt cheese and/or alternatives, mostly reduced fat [9]) → unosi administrator
 - 1.9. Flag raspoloživo koji se menja u slučaju isteka roka trajanja namirnica (za potrebe logičkog brisanja). Namirnicama kojima je istekao rok menja sa flag tako da ne mogu da se nalaze u frižideru i da ulaze u recepte. Menja se stanje frižidera.
2. Recept
 - 2.1. Šifra(jedinstveno) → unosi administrator
 - 2.2. Naziv → unosi administrator
 - 2.3. Slika → unosi administrator
 - 2.4. Lista sastojaka → unosi administrator
 - 2.5. Vreme pripreme → unosi administrator
 - 2.6. Kategorija recepta (soup; appetizer; salad; main course; dessert [10]) → unosi administrator
 - 2.7. Liked / disliked ratio → sistem automatski računa
 - 2.8. Prosečna ocena → sistem automatski računa
 - 2.9. Detaljno uputstvo kako se sprema neko jelo → unosi administrator.
 - 2.10. Flag arhiviran koji se manja u slučaju ako se pokazatelji uspešnosti nekog recepta (prosečna ocena i liked/disliked ratio) spuste ispod određene granice. Flag služi za potrebe logičkog brisanja.
3. Alergije namirnice na koje je korisnik alergičan. Svi recepti koji sadrže alergene moraju biti izuzeti iz preporučivanja korisnicima.
4. Stanje u frižideru opisano je skupom namirnica sa pripadajućim atributima.
5. Korisnici

- 5.1. Registrovani korisnici
- 5.2. Administratori

Aplikacijom smart kitchen su obuhvaćeni sledeći procesi:

Proces preporučivanja recepata

Korisnici imaju sledeće mogućnosti na raspolaganju:

1. Prikaz i izmena podataka korisničkog profila (username, password, opšti podaci)
2. Prikaz i izmena podataka o korisničkim alergijama (Namirnice na koje je korisnik alergičan)
3. Pregled i dopunjavanje stanja u frižideru (Korisnik unosi podatke o namirnicama koje je kupio. Unose se sledeće podaci količina, cena, rok upotrebe namirnica)
4. Spremanje jela prema predloženom receptu.
5. Detaljan prikaz predloženog recepta.
6. Lista korisničke izveštaje.

Administratori imaju sledeće mogućnosti na raspolaganju:

1. Vršiti CRUD operacije za sastojke i recepte iz baze podataka.
2. Definiše pravila na osnovu kojih će se povlačiti recepti. Koriguje listu recepata ako se pokaže da su neki od pokazatelja uspešnosti recepata opali (prosečna ocena, liked/disliked ratio). Recepti sa lošim odzivom se povlače iz sistema.
 - 2.1. Pravilo prosečna ocena manja od 2 u proteklih pola godine → recept se povlači.
 - 2.2. Liked / disliked ration manji od 1 u proteklih mesec dana → recept se povlači.
3. Lista administratorske izveštaje.

Sistem izvršava sledeće zadatke:

1. Podržava funkcionalnost registracije i logovanja korisnika.
2. Predlaže korisniku recepte na osnovu stanja namirnica u frižideru.
3. Vodi računa da se isto jelo ne ponavlja dva ili više puta u toku nedelje kako bi se korisnik raznovrsno hranio.
4. Vodi računa o korisnikovim alergijama tako što mu ne prikazuje jela koja sadrže sastojke na koje je alergičan. Korisnik prilikom registracije unosi podatke o alergijama tj. unosi podatke o namirnicama na koje je alergičan. Nakon što sistem predloži recepte/jela iz te liste biće izuzeta jela koja sadrže namirnice na koje je korisnik alergičan.
5. Pokreće rezoner i izvršava Drools pravila za update stanja u frižideru. Automatski se smanjuju količine namirnica u frižideru za iznose iz recepta. Nakon što se korisnik opredeli za spremanje nekog od predloženih recepata neophodno je da se ažurira stanje u frižideru.
6. Sistem vrši monitoring i obaveštavanje korisnika o događajima koji su od značaja za njega (istek roka namirnice ili smanjenje količine namirnice na 0).
7. Proverava da li se neko jelo sa dostupnim količinama namirnica može skuvati. Provera na osnovu raspoloživog stanja u frižideru.

8. Vodi računa da se namirnice kojima je istekao rok ne prikazuju korisniku kao raspoložive. Ako je istekao rok, namirnice ne mogu da uđu u proces pripreme jela. Obaveštava se korisnik da je prošao rok upotrebe namirnice.
9. Vodi računa da se recepti koji su arhivirani ne prikazuju korisniku.

Proces monitoring

Proces monitoring obuhvata praćenje roka upotrebe i količine namirnica u frižideru

1. Monitoring roka upotrebe namirnica: Na pravilne vremenske intervale sistem proverava da li je istekao rok nekoj od namirnica i o tome obaveštava korisnika. Šalje se email korisniku kao reminder.
2. Monitoring količine namirnica u frižideru: Nakon spremanja nekog jela potrebno je da se proverí da li se količina neke od namirnica spustila na 0 i da li potrebno obaviti kupovinu kako bi se napunio frižider i povećale količine. Sistem šalje obaveštenje korisniku o namirnicama čija količina se spustila na 0 i na taj način ga podseća da je potrebno da se dopuni stanje u frižideru odnosno da se ode u kupovinu. Šalje se email korisniku kao reminder.

Proces izveštavanja

Proces izveštavanja možemo podeliti prema korisnicima sistema:

1. Zajednički izveštaji koje koriste i administrator i korisnici
 - 1.1. Top 10 recepata po prosečnoj oceni (vremenski okvir proteklih 7, mesec, godinu dana)
 - 1.2. Top 10 recepata po liked/disliked ratio (vremenski okvir proteklih 7, mesec, godinu dana)
 - 1.3. Top 10 najčešće pripremljenih recepata (vremenski okvir proteklih 7, mesec, godinu dana)
 - 1.4. Top 10 recepata koji se najbrže pripremaju (vremenski okvir proteklih 7, mesec, godinu dana)
 - 1.5. Top 10 najjeftinijih recepata (vremenski okvir proteklih 7, mesec, godinu dana)
 - 1.6. Top 10 najmanje kaloričnih recepata (vremenski okvir proteklih 7, mesec, godinu dana)
2. Izveštavanje administrator (administratorski izveštaji)
 - 2.1. Zajednički izveštaji administrator služe da bi mogao da koriguje listu recepata ako se pokaže da su neki od pokazatelja uspešnosti recepata opali (prosečna ocena, liked/disliked ratio). Recepti sa lošim odzivom se povlače iz sistema.
3. Izveštavanje korisnika (korisnički izveštaji)
 - 3.1. Zajednički izveštaji korisnicima služe da bi stekli uvid u najkvalitetnije recepte koje mogu da pripreme na osnovu raspoloživih namirnica.
 - 3.2. Izveštaj o svim dosadašnjim skuvanim jelima, istorija korišćenih recepata
 - 3.3. Izveštaj o svim jelima na koje je korisnik alergičan na osnovu podataka o namirnicama na koje je alergičan koje je korisnik uneo prilikom registracije na sistem
 - 3.4. Izveštaj o receptima koje je like-ovao korisnik
 - 3.5. Izveštaj o namirnicama čiji rok je prošao i namirnicama čija količina se spustila na 0. Generiše se shopping list za namirnice kojih nema ili im je prošao rok.

Proces održavanja

Sistem ima mogućnost dodavanja novih pravila, bez ikakvog uticaja na rad sistema. Pošto sistem mora da radi neometano bez ikakvih prekida omogućeno je dodavanje novih pravila, bez ponovnog pokretanja rezonera. Takođe, podržano je neometano dodavanje sastojaka i recepata u sistem.

Metodologija rada

Input

Ulaz u smart kitchen aplikaciju su:

1. Namirnice (sastojci) → unosi administrator
2. Recepti (jela) → unosi administrator
3. Stanje u frižideru → unosi korisnik

Output

Rezultat su preporučeni recepti sortirani prema prioritetu.

Interakcija sa bazom znanja

Podaci o korisniku (alergije, stanje frižidera) utiču na čitav proces preporučivanja recepata. Funkcionisanje sistema uslovljeno je postojanjem sastojaka i recepata sa pripadajućim atributima u bazi znanja. Takođe korisnici čine sveukupnost baze znanja. Korisnici postaju deo baze znanja prilikom registracije, a sastojci i recepti prilikom dodavanja od strane administratora.

Konkretan primer rezonovanja

Preporuka recepata

1. Ulogovani korisnik unosi u sistem podatke o trenutnom stanju u frižideru. Korisnik aplikacije selektuje sliku namirnice koju je kupio i tu mu se otvara novi prozor da unese detalje kao što su cena namirnice, količina namirnice, rok trajanja namirnice.
2. Sistem na osnovu podataka o namirnicama, receptima i stanju frižidera aktivira odgovarajuća pravila.
3. Sistem vrši sledeće provere :
 - 3.1. Provera na alergije.
 - 3.2. Provera da li je jelo već kuvano u toku nedelje.
 - 3.3. Provera da je rok trajanja sastojaka prošao.
4. Sistem predlaže korisniku recepte po prioritetu. Prilikom rangiranja recepata bitno je da li su svi sastojci koje recept propisuje raspoloživi i da li sastojaka ima u dovoljnim količinama potrebnim za recept.
 - 4.1. Recepti prvog prioriteta su oni recepti za koje korisnik ima sve potrebne sastojke u frižideru u potrebnim količinama. Za svaki sastojak važi da je količina sastojka \geq potrebna količina u receptu. Količine u frižideru pripadaju intervalu $[potrebna\ količina, +\infty)$.

- 4.2. Recepti drugog prioriteta su oni recepti za koje korisnik ima sve potrebne sastojke u frižideru ali u količinama manjim od receptom propisanih količina. Minimalno jedan sastojak ima količinu koja je $<$ potrebna količina u receptu. Količine pripadaju intervalu $(0, \text{potrebna količina u receptu})$. Prioritet recepata u ovoj grupi recepata određuje se tako da veći prioritet imaju recepti koji imaju manji broj namirnica nedovoljne količine.
- 4.3. Recepti trećeg reda su oni recepti za koje korisnik nema sve potrebne sastojke u frižideru. Korisniku fale neki sastojci iz recepta. Za minimalno jedan sastojak važi da je količina sastojka $= 0$. Prioritet recepata u ovoj grupi recepata određuje se tako da veći prioritet imaju recepti sa više zadovoljenih sastojaka odnosno veći prioritet imaju recepti koji imaju manji broj nedostajućih namirnica.

Prioritet recepta	Raspoloživost sastojaka	Raspoloživost količina
1.	Svi sastojci iz recepta na raspolaganju	Za svaki sastojak važi da je količina sastojka \geq potrebna količina u receptu $[\text{potrebna količina u receptu}, +\infty)$
2.	Svi sastojci iz recepta na raspolaganju	Za minimalno jedan sastojak važi da je količina sastojka $<$ potrebna količina u receptu $(0, \text{potrebna količina u receptu})$
3.	Nisu svi sastojci iz recepta na raspolaganju	Za minimalno jedan sastojak važi da je količina sastojka $= 0$

5. Nakon što korisnik odabere jedan od predloženih recepata. Odabrani recept se dodaje u korisnikovu istoriju recepata.
6. Sistem automatski smanjuje količine namirnica u frižideru za iznose iz recepta. Nakon što se korisnik opredeli za spremanje nekog od predloženih recepata neophodno je da se ažurira stanje u frižideru.

Povlačenje recepta

- Administrator prati pokazatelje uspešnosti nekog recepta (prosečna ocena i liked / disliked ratio).
- Ako pokazatelji uspešnosti u nekom vremenskom intervalu padnu ispod određene granice to je jasan indikator administratoru da recept treba da povuče odnosno da ga arhivira pošto se korisnicima ne sviđa.
- Sistem vodi računa da se arhivirani recepti ne prikazuju korisniku.

Budući pravci istraživanja

Postoji potencijalno više pravaca budućeg istraživanja, od kojih navodim dva najdominantnija:

The Internet of things (IoT)

Aplikacija smart kitchen koja se povezuje sa pametnim uređajima kao što su pametni frižideri [5]. Simbioza pametnih uređaja i aplikacije smart kitchen omogućila bi spajanje hardverskih i softverskih tehnologija u jedinstven proizvod. Smart kitchen aplikacija bi se koristila kao add on [6] pametnih uređaja u formi fridge apps, shopping list apps i cooking apps [5].

Artificial intelligence (AI)

Rule based expert system predstavlja granu veštačke inteligencije. Ova grana veštačke inteligencije mogla bi da se ukrsti sa drugim granama veštačke inteligencije kao što su Optical character recognition (OCR) [7] i Natural language processing (NLP) [8]. Konglomerat više različitih AI tehnologija učinili bi smart kitchen jedinstvenim softverskim proizvodom na tržištu. Umesto da korisnik manuelno unosi kupljene sastojke u aplikaciju tu operaciju bi korisnik mogao da odradi slikanjem sastojaka u frižideru (OCR) ili izgovaranjem glasovnih komandi (NLP) [12]. Na ovaj način bi se rule based expert system povezao sa naprednim tehnologijama OCR i NLP.

Pravila

1. Pravilo za izracunavanje prosečne ocene recepta
2. Pravilo za izracunavanje like/dislike koeficijenta
3. Pravila za izracunavanje ukupnog broja kalorija
4. Pravila za izracunavanje ukupne cene sastojka
5. Forward chaining (Pravilo koje omogućava da se iz radne memorije izbace oni recepti koji imaju manju prosečnu ocenu od zadate vrednosti)
 - 5.1. Prvi Nivo:ulaz recepti izlaz prosečna ocena recepata
 - 5.2. Drugi Nivo:ulaz prosečna ocena recepta izlaz podaci koji ispunjavaju kriterijum
6. Forward chaining (Pravilo koje omogućava da se iz radne memorije izbace oni recepti koji imaju manju racio od zadate vrednosti)
 - 6.1. Prvi Nivo:ulaz recepti izlaz like/ disliked ratio
 - 6.2. Drugi Nivo: like/dislike ratio izlaz podaci koji ispunjavaju kriterijum
7. Template (template za kalorije koji omogućava vraćanje onih sastojka koji se nalaze u zadatom intervalu, korisniku se na osnovu unete gornje i donje granice intervala vraćaju one namirnice koje se nalaze unutar tog intervala)
8. Template (template za cene koji omogućava vraćanje onih sastojaka koji se nalaze u zadatom interval, korisniku se na osnovu unete gornje i donje granice intervala vraćaju one namirnice koje se nalaze unutar tog intervala)
9. TO DO CEP
 - 9.1. Smanjenje zaliha nakon skuvanog jela
 - 9.2. Poređenje količina u frižideru i količina u receptu
 - 9.3. Obaveštavanje korisnika da su se količine u frižideru spustile na 0
- 10.

Literatura

- [1] Australian Dietary Guidelines, "Australian Dietary Guidelines:Eating Well," [Online]. Available: <https://www.eatforhealth.gov.au>.

- [2] wikipedia, "wikipedia:Rule-based system," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Rule-based_system.
- [3] Y. L. LENG, Faculty of Computer Systems & Software Engineering Universiti Malaysia Pahang (UMP), May 2010. [Online]. Available: http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/2640/1/YAP_LEE_LENG.PDF.
- [4] wikipedia, "wikipedia:HCI," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Human-computer_interaction.
- [5] youtube, "youtube:smart fridge," [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=Fmq999cRS3g>.
- [6] wikipedia, "wikipedia:add-on," [Online]. Available: <https://en.wiktionary.org/wiki/add-on>.
- [7] wikipedia, "wikipedia:OCR," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_character_recognition.
- [8] wikipedia, "wikipedia:NLP," [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_language_processing.
- [9] K.-D. A. J. S. a. J. K. Kerstin Bach, "CookIIS Mobile: A Case-Based Reasoning Recipe Customizer for Android Phones," German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI) GmbH , [Online]. Available: http://www.expertupdate.org/papers/13-1/ukcbr2012_submission_2.pdf.
- [10] Computer Cooking Contest (CCC), "Computer Cooking Contest (CCC)," [Online]. Available: <https://ccc2017.wordpress.com>.
- [11] J. L. P. M. E. N. H. S.-M. Y. T. A. Cordier, "Taaable," [Online]. Available: <https://projet.liris.cnrs.fr/taaaable/>.
- [12] V. D.-L. J. L. E. N. F. B. Amélie Cordier, "Taaable:Case-Based System for personalized Cooking," [Online]. Available: <https://hal.inria.fr/hal-00912767/document>.
- [13] T. M. a. Y. K. Keiji Yanai, "A Cooking Recipe Recommendation System with Visual Recognition of Food Ingredients," The University of Electro-Communications, Tokyo, Japan, 2014.

