

التوصيات الغذائية للمصابين بالسمنة المفرطة:

مقاربة تعتمد على الذكاء الاصطناعي

Dietary recommendations for the obese: An Artificial Intelligence Approach

هدى البحيصي¹،

¹ جامعة بجاية، كلية العلوم الدقيقة

مختبر المعلوماتية الطبية والبيئات الذكية والديناميكية (LIMED)

(الجزائر)، Houda.elbouhissi@gmail.com

تاريخ النشر: جوان/2025

تاريخ القبول: 2025/05/24

تاريخ الإرسال: 2025/03/15

ملخص:

تُستخدم أنظمة التوصية لتوفير عوامل (أفلام، موسيقى، مقالات، وصفات طعام، إلخ) مصممة خصيصاً لتناسب خيارات المستخدمين وهي قادرة على التقرب من اهتمامات المستخدم بمصدر معين تماشياً مع معلوماته الشخصية وما تم تتبعه من قبل مستخدمين آخرين مشابهين. في هذه الورقة البحثية، نقترح نظام توصية غذائية للأشخاص الذين يعانون من السمنة المفرطة. هذا النظام يعتمد أساساً على تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي وتقنية التصنيفية التعاونية، والتي تتمثل في إيجاد المعلومات التي تتماشى مع اختيارات المستخدم باستغلال تقديرات الأشخاص الآخرين. هدفنا هو اقتراح وصفات أو أطعمة للمستخدم الذي يعاني من السمنة أو زيادة الوزن كحمية غذائية، مع الأخذ بعين الاعتبار مؤشر كتلة الجسم وكذا السوابق الغذائية. بالإضافة إلى ذلك، نحن نقدم "نظام توصية صحي للسمنة"، وهو مكمل غذائي جديد يعتمد على المعرفة والمعلومات، مع دمج تقنيات التعلم الآلي مثل ك-أقرب جيران (KNN) k-nearest neighbors =، والتي يمكن استخدامها لتصنيف المستخدمين ومساعدتهم على البحث على الأطعمة ذات الصلة التي يتم تتبعها حسب السعرات الحرارية التي يتناولونها. على وجه الخصوص، نقوم بإنشاء برنامج HFR (Healthy Food Recommendation)، الذي نقدم فكرته العامة في هذا العمل، باستخدام بيانات وتحليلها، وأخيراً الحصول على نتائج دقيقة وذات صلة. التقييم الأولي للبرنامج المقترح أظهر نتائج جيدة إلى حد ما، حيث بلغت دقة صحة المقترحات حوالي 75%.

الكلمات المفتاحية: البند، IMC، تعلم الآلة، KNN، SR، التصنيفية التعاونية، HFR، كاجل، الذكاء الاصطناعي.

Abstract :

Recommendation systems are used to provide items (movies, music, articles, recipes, etc.) designed to suit users' preferences. They can estimate a user's interest in a particular resource based on information and what has been tracked by another similar user. In this research paper, we are interested in developing a recommended system based on collaborative filtering, which consists in finding information that satisfies the user using other people's ratings. Our goal is to recommend recipes or foods that the user considers enjoyable for the user, and that are also dietary for obese or overweight people, considering their BMI as well as their dietary history. In addition, we are introducing Healthy Food Recommendation, a new dietary supplement based on knowledge and information, incorporating machine learning techniques such as KNN, which can be used to categorize users and help them find relevant foods that are tracked by their calorie intake. We implement Healthy Food Recommendation (HFR), whose general idea we present in this work, using two datasets, analyzing them, and finally obtaining accurate and relevant results. The evaluation of our system showed fairly good results, with an accuracy of 75%.

Keywords: Item ,IMC , Machine Learning, KNN, SR, Collaborative filtering, HFR, kaggle, Artificial intelligence.

المدخل Introduction

في العقد الأخير، تغير نمط حياة السكان بشكل كامل. انتقلنا من تغذية صحية وعضوية إلى تغذية غير صحية وسريعة، بالإضافة إلى انخفاض النشاط للجنسين بسبب انتشار التكنولوجيا، حيث أصبح الناس أكثر فأكثر خمولاً، مما أدى إلى أضرار كبيرة على صحتنا. وفقاً لمنظمة الصحة العالمية، بحلول عام 2030، ستكون السمنة المفرطة من أصل 10 أسباب رئيسية مؤدية للوفاة [Who, 2025]. من الملاحظ أن السمنة قد وصلت إلى مستويات وبائية عديدة في الجزائر وحدها حيث تضاعف عدد الأشخاص المصابين بالسمنة منذ عام 2015. وفقاً لأحدث دراسة قامت بها منظمة الصحة العالمية، فإن معدل السمنة وزيادة الوزن وصل إلى 63.3% لدى النساء و48.3% لدى الرجال، كما أنها تنتشر لتتطال الأطفال أيضاً. وبالتالي، في العالم، يبلغ عدد البالغين الذين يعانون من زيادة الوزن أكثر من 1.9 مليار شخص، منهم 650 مليوناً يعانون من السمنة.

تُعرّف السمنة عادة بأنها زيادة غير طبيعية في محتوى الجسم من الدهون. ويرجع ذلك بشكل أساسي إلى سوء التعليم الغذائي [Fruh, 2017]، وتظل من بين العوامل التي تساهم في ظهور مرض السكري، وأمراض القلب والأوعية الدموية والشرابيين، وسرطانات الكبد والثدي لدى النساء... إلخ. المعيار الدولي الحالي لقياس السمنة هو مؤشر كتلة الجسم (BMI) والذي يُحسب عن طريق قسمة الوزن (بالحجم

بالكيلوغرام) على مربع الطول (بالمتر). كما يمكن أن تسهم زيادة الوزن والسمنة في ظهور الاكتئاب والأمراض النفسية.

ومن أجل مواجهة تطور هذا المرض متعدد العوامل، ولتحقيق إدارة أفضل للحالة الصحية للأشخاص الذين يعانون من هذا المرض؛ أصبح من الضروري علاج زيادة الوزن والسمنة للحفاظ على صحة الأشخاص المعنيين. ولتحقيق ذلك، تم التفكير في تطوير أداة تمكن من تقديم توصيات يومية بوجبات على شكل وصفات مع تحديد القيمة الحرارية المناسبة لكل شخص.

أنظمة التوصيات تعددت استعمالاتها مؤخرًا مع كثرة المعلومات والوسائط وشملت عدة مجالات منها الصحة، المواصلات، مواقع التواصل الاجتماعي و كذا مجالات أخرى [El Bouhissi et al., 2023]. هذه الأنظمة هي أدوات تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتحلل تفضيلات المستخدم وسلوكياته وبياناته لتقديم اقتراحات مخصصة [El Bouhissi, 2023].

كما أننا نشهد اليوم وباءً حقيقياً من السمنة التي تؤثر على البالغين وكذلك الأطفال. نظراً للعواقب والمضاعفات التي تسببها هذه السمنة لهم، والوضع الاجتماعي الهش لبعض الأشخاص الذي لا يتيح لهم الوصول إلى متابعة مع أخصائي تغذية، قمنا بدراسة إمكانية تنفيذ تطبيق رقمي يمكن أن يساعد الأشخاص يوميًا على اختيار النظام الغذائي المناسب وفقاً لحالتهم الصحية.

لاحظنا أن غالبية الأعمال القائمة على التوصية الغذائية تستخدم بشكل عام التصفية التعاونية أولاً. والنهجان الآخران الأكثر شيوعاً هما النهج القائم على المحتوى والنهج الهجين. ومع ذلك، فإن استخدام تقنيات التصفية التعاونية يمكن أن يؤدي إلى مشكلة البداية الباردة للمستخدم، والتي يمكن أن تؤثر على المستخدمين الجدد، وكذلك العناصر الجديدة، حيث لا يمكن التوصية بهذه الأخيرة دون أن يتم تقييمها من قبل بعض المستخدمين.

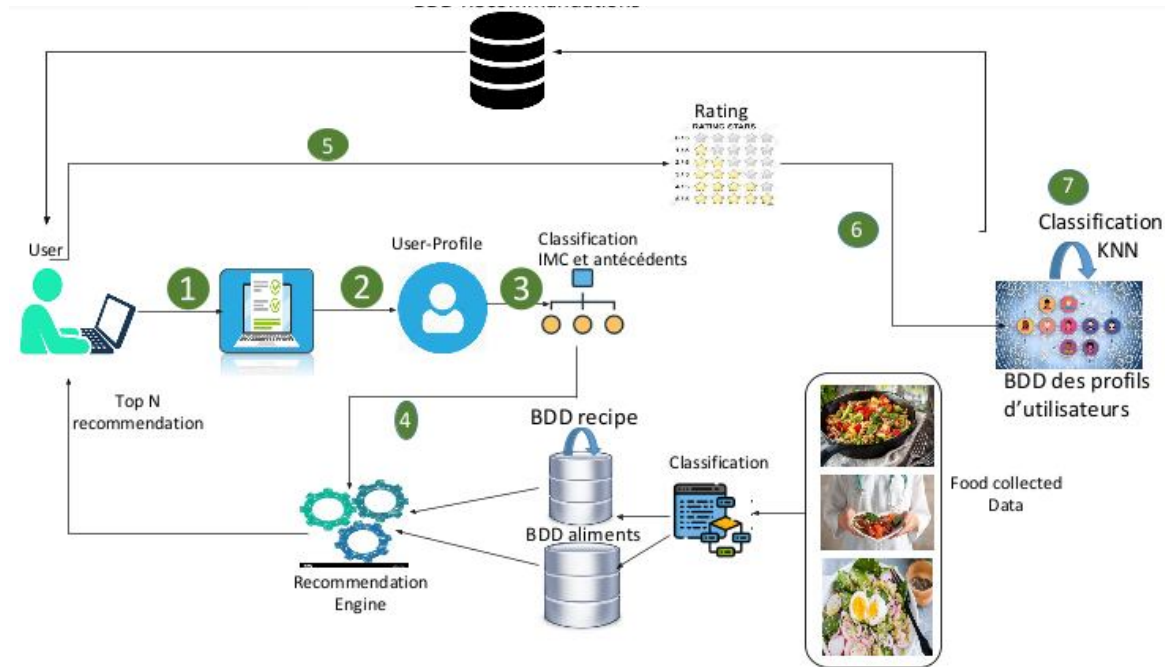
بعد دراسة عدد من الأعمال الهامة في هذا المجال [Brink et al., 2022] [BR et al., 2024] [Jung and Chung, 2016] [Johnson et al., 2022] [Rehman [Halder et al., 2024] [et al., 2017]، لاحظنا أن التصفية الأكثر استخداماً هي التصفية التعاونية، لأنها الأنسب في مجال توصيات الرعاية الصحية. لهذا السبب، قررنا استخدام التصفية التعاونية وتحسينها باستعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل استيعابها في منهجنا المقترح للحصول على أفضل النتائج. المساهمات التي يقدمها هذا البحث هي كالاتي:

- اقتراح نموذج جديد للتوصية يعتمد على ملف المستخدم، تاريخه، والمحتوى (باستخدام النهج التعاوني).
- استخدام معارف المستخدم لتسريع عملية التوصية. اقتراح أداة توفر متابعة للأشخاص الذين يعانون من زيادة الوزن والسمنة

سنقدم فيما يلي، النظام المقترح ومراحله بالتفصيل وكذا النتائج المتحصل عليها التي سيتم مناقشتها لإبراز أهمية النظام المقترح. وفي الأخير سنكمل هذه الورقة بخاتمة ملخصة.

المواد والطرائق Materials and Methodology

في هذا الفصل نقدم منهجنا لإنشاء نظام توصية متخصص في الرعاية الصحية، موضح في الشكل، لمساعدة الأشخاص الذين يعانون من زيادة الوزن و/أو السمنة على إدارة تغذيتهم بشكل أفضل في حياتهم اليومية باستخدام التصنيفية التعاونية المستندة إلى المستخدم.



الشكل 1: هندسة نظام التوصية المقترح

النظام المقترح يمر بعدة مراحل بداية من ادخال المعلومات الشخصية للمستخدم الى غاية التوصية ويعتمد على خوارزمية KNN لتجميع الملفات الشخصية الأكثر تشابهاً، والوصفات الغذائية بناءً على سعراتها الحرارية. فيما يلي، سنقدم مراحل النظام المقترح بالتفصيل.

- إنشاء الملف الشخصي للمستخدم: هذه المرحلة تعبر بوابة النظام وتحظى بأهمية خاصة. في هذه المرحلة، يتم إنشاء الملف الشخصي للمستخدم بمساعدة المعلومات المجمعة من نموذج التسجيل في المنصة الذي يحتوي على الاسم، واللقب، والعمر، والوزن، والطول، والتاريخ الطبي كبيانات صريحة وصحيحة، بالإضافة إلى مؤشر كتلة الجسم كبيانات ضمنية يتم حسابها مباشرة باستخدام

وزن وطول المستخدم. بعد إنشاء الملف، يتم تخزينه مباشرة في قاعدة بيانات المستخدمين، من أجل التوصية.

• البحث عن ملفات مشابهة: الخطوة الثانية تتعلق بالعثور على ملف مشابه لذلك الذي تم إنشاؤه في الخطوة السابقة، وذلك من خلال مقارنته بجميع الملفات المجاورة الموجودة في قاعدة البيانات استناداً إلى حسابات التشابه. يتم ذلك بمساعدة التقييمات التي تم منحها بالفعل من قبل كل مستخدم للوصفات التي تم الاطلاع عليها سابقاً، وهذا يعني أن تقييمات المستخدمين تعتبر تعليقات صريحة، والتقييم الضمني باستخدام الطابع الزمني الذي يمثل وقت الاطلاع على وصفة أو غذاء من قبل المستخدم، وكذلك مؤشرات كتلة الجسم الخاصة بهم وأمراضهم. هذه المرحلة تسمح بتوفير الوقت لإصدار النتائج مباشرة دون مواصلة المراحل المتبقية ويجعل التوصية أسرع من حيث البحث.

• التصنيف: التصنيف يعتبر واحد من تقنيات التعلم تحت الإشراف، التي تسمح بالتنبؤ بفئة النقاط المنفصلة التي تم تصنيفها مسبقاً بهدف تصنيفها في عدد معين من الفئات أو المجموعات. لهذا الغرض، انتقينا خوارزمية KNN كما هو موضح في الشكل [Halder et al., 2024]، لأن البيانات كلها مصنفة. هذه الخوارزمية هي الأكثر ملاءمة لنموذجنا من حيث حجم مجموعة البيانات، ومن حيث الاستجابة لاحتياجاتنا. بالإضافة إلى ذلك تعتبر من أبسط وأقوى خوارزميات التعلم الآلي تحت الإشراف.

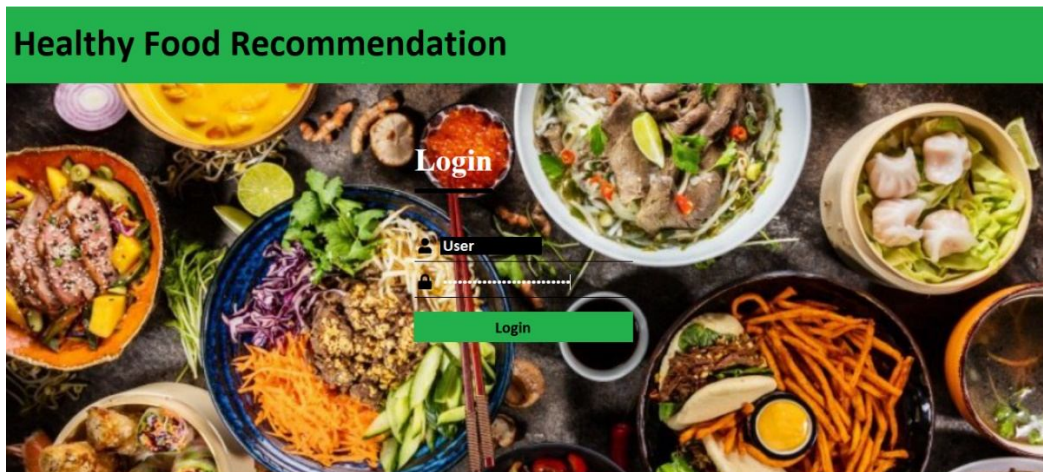
تقوم خوارزمية KNN بتطوير دالة تتنبأ بدقة بالمرجات استناداً إلى المتغيرات المدخلة (تلك التي تم إدخالها فعلياً من قبل المستخدمين)، من أجل تصنيف المستخدمين بناءً على مؤشر كتلة الجسم، والتاريخ المرضي، واختياراتهم. هذه الخطوة تسمح بتقليل مساحة الملفات الشخصية من خلال تجميعها. تستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي من أجل إيجاد تشابه لمقارنة المستخدمين في فضاء الخصائص، وعدد الجيران الذي يؤثر على التصنيف. إن مرحلة التصنيف جد مهمة في تفعيل النظام المقترح حيث إنها تسمح بتوفير الوقت وتسريع عملية التوصية، وذلك من خلال تجميع المستخدمين الذين لديهم اهتمامات مشابهة في نفس المجموعات لتجنب مقارنة كل مستخدم جديد مع جميع المستخدمين في النظام. في الواقع، هناك عدة طرق لحساب التشابه بين متجهين، والطريقة التي اخترناها هي تشابه جيب التمام.

• التوصية: في البداية، يتلقى محرك التوصية معلومات مدخلة من ملف المستخدم، بما في ذلك مؤشر كتلة الجسم والأمراض، من أجل تصنيفه حسب أنواع السمنة، ثم يعيد له التوصيات المناسبة لهذه المعايير. يقوم المستخدم بتقييم الوصفة التي تم اقتراحها له. يتم تسجيل هذه الخطوة بعد ذلك

في قاعدة بيانات ملفات المستخدمين، ثم تُستخدم لحساب التشابه بين هذا المستخدم مع المستخدمين الذين تم تصنيفهم بالفعل من أجل إجراء تصنيف. بعد مقارنة الملف الجديد القادم مع الملفات المسجلة بالفعل، سيتم ربط المستخدم بملف آخر أو فئة تم الحكم عليها بأنها أقرب جار، باستخدام KNN وقياس تشابه جيب التمام. ستتدخل قاعدة بيانات التوصيات بعد ذلك من خلال تخصيص نفس التوصيات التي تم تعيينها مسبقاً لملفاته المماثلة. نظام التوصية سيقوم في النهاية بتوصية أطباق ووصفات صحية ومتوازنة بناءً على ما يناسبه بشكل أفضل.

النتائج

من أجل تفعيل التوصيات واقتراح الأطعمة الصحية والغذائية للمستخدمين، اعتمدنا التعلم تحت الإشراف حيث يتم إجراء عملية التصنيف على مجموعة المستخدمين ويمكن تصنيفهم وفقاً لنوع السمنة لديهم. لإنشاء النظام المقترح، استخدمنا قاعدتي بيانات من أجل التوصية بوصفات كاملة وكذلك أطعمة غذائية متكاملة [Food and their calories, 2025] [Epicurious, 2025]. قاعدة البيانات الأولى عبارة عن مجموعة متنوعة من الأطعمة (حوالي 560) وسعراتها الحرارية حسب الحصة التي يتم حساب سعراتها الحرارية. أما القاعدة الثانية تضم بيانات الوصفات التي تحتوي على أكثر من 20,000 وصفة صحية، مع معلومات غذائية ومحتوى السعرات الحرارية والفئة المخصصة لها والمكونات.



الشكل 2: تطبيق الويب للنظام المقترح

الشكل 2 يمثل تطبيق وab للنظام المقترح بواجهة سهلة الاستعمال تسمح للمستخدم ادراج المعلومات الضرورية بكل سلاسة. هذا التطبيق تم انشاءه بلغة البرمجة بايثون و المكتبات المتوفرة لديها لتسهيل استخدام تقنيات تعلم الآلة.

تبلغ نسبة الدقة 75% في التصنيف الثنائي. هذا يعني أن مصنف المستخدمين لدينا يقوم بعمل ممتاز في تحديد المستخدمين الذين يعانون من السمنة. لقد تمكنا من الحصول على توصيات غذائية مخصصة متنوعة بمعلومات لأي شخص يعاني من السمنة المفرطة أو زيادة الوزن. باستخدام نظامنا، واستناداً إلى معلومات كل مستخدم مثل مؤشر كتلة الجسم والتاريخ المرضي، بالإضافة إلى تفضيلاته باستخدام تقييمات المستخدمين.

المناقشة Discussion

لقد قمنا بعمليات مختلفة بطريقة عشوائية وقارنا النتائج المتحصل عليها مع أنظمة أخرى حديثة والنتائج كانت مقبولة لحد ما. في حالة التصنيف المتعدد، يكون الأداء من حيث الدقة 89% والاستدعاء 83%، وبناءً على هذا الأخير، حصلنا على 83% من حيث المقياس المختار، وهو درجة F1. وهذا يعطي عموماً دقة بنسبة 75%. هذه النتيجة مقبولة ومرضية لنموذج مع بيانات قليلة.

```
print("Accuracy du modele est :",accuracy)
```

دقة النموذج هي: 75% Accuracy

وبالتالي، فإن هذا الأخير هو الأنسب لنموذجنا، حيث يعطي نتيجة دقيقة، وقبل كل شيء، جيدة لحد ما.

الخلاصة Conclusion

نتيجة لأنماط الحياة غير الصحية والإجهاد والعادات الغذائية غير الصحية، تتزايد مشكلة السمنة/زيادة الوزن في جميع أنحاء العالم. لذا، ومع ظهور التكنولوجيا وإضفاء الطابع الديمقراطي عليها، اخترنا حلاً رقمياً آلياً، لأن هناك حاجة إلى توفير مراقبة غذائية للمرضى الذين لن يحتاجوا إلى السفر أو إنفاق المال. يعتمد النهج المقترح على التوصية بالوصفات والأطعمة الصحية متنوعة بقيمتها الحرارية، باستخدام مفاهيم أنظمة التوصية وقياسات التشابه وكذا مجموعة من المعطيات المأخوذة من موقع "كاجل". وقد أظهرت النتائج الأولية أن النظام المقترح يحقق دقة تصل إلى 75%، مع تحسن طفيف عن الأنظمة الحالية.

بالنسبة للعمل المستقبلي، سنعمل على تحسين نظامنا لاقتراح وصفات متوازنة لمرضى السرطان، حيث أن التغذية جزء لا يتجزأ من متابعتهم الطبية والعلاج الكيميائي.

Références:

- BR, P., Kumari, D., Manikanta, B., Chandana, A. P., & Aditya, Y. L. S. (2024). Personalized Diet Recommendation System Using Machine Learning. Phani and Aditya, YLS, Personalized Diet Recommendation System Using Machine Learning (February 02, 2024).
- Brink, S. M., Wortelboer, H. M., Emmelot, C. H., Visscher, T. L. S., & van Wietmarschen, H. A. (2022). Developing a Personalized Integrative Obesity-Coaching Program: A Systems Health Perspective. *International journal of environmental research and public health*, 19(2), 882. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020882>.
- El Bouhissi, H. (2023). Recommendation Systems. In *Encyclopedia of Data Science and Machine Learning* (pp. 2839-2855). IGI Global.
- El Bouhissi, H., Adel, M., Ketam, A., & Salem, A. B. M. (2021, March). Towards an Efficient Knowledge-based Recommendation System. In *IntelITSIS* (pp. 38-49).
- Epicurious : recipes with rating and nutrition. <https://www.kaggle.com/datasets/hugodarwood/epirecipes>. Last access January 2025.
- Food and their calories : <https://www.kaggle.com/datasets/vaishnavivenkatesan/food-and-their-calories>. Last access January 2025.
- Fruh S. M. (2017). Obesity: Risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 29(S1), S3–S14. <https://doi.org/10.1002/2327-6924.12510>.
- Halder, R. K., Uddin, M. N., Uddin, M. A., Aryal, S., & Khraisat, A. (2024). Enhancing K-nearest neighbor algorithm: a comprehensive review and performance analysis of modifications. *Journal of Big Data*, 11(1), 113.
- Johnson, V. R., Washington, T. B., Chhabria, S., Wang, E. H. C., Czepiel, K., Reyes, K. J. C., & Stanford, F. C. (2022). Food as medicine for obesity treatment and management. *Clinical therapeutics*, 44(5), 671-681.
- Jung, H., & Chung, K. (2016). Knowledge-based dietary nutrition recommendation for obese management. *Information Technology and Management*, 17, 29-42.
- Leipold, N., Madenach, M., Schäfer, H., Lurz, M., Terzimehic, N., Groh, G., Böhm, M., Gedrich, K., & Krcmar, H. (2018). Nutrilize a Personalized Nutrition Recommender System: an Enable Study. *HealthRecSys@RecSys*.
- Rehman, F., Khalid, O., Bilal, K., & Madani, S. A. (2017). Diet-right: A smart food recommendation system. *KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS)*, 11(6), 2910-2925.
- WHO: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Last access February 2025.