توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في الخدمات المرجعية بالمكتبات ومراكز المعلومات
دراسة تخطيطية لتصميم برمجيات المحادثة الآلية Chatbot

ياسمين أحمد عامر
مدرس مساعد بقسم المكتبات والوثائق والمعلومات
كلية الأداب – جامعة القاهرة
Y6101994@outlook.com

المستخلص

يأتي مجال الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة كوافد جديد يفرض نفسه بقوة على مختلف الأوساط الأكاديمية والمجتمعية، حيث تسعى العديد من التخصصات إلى تضمينه لتيسير أنشطتها ومهامها ، ويعد مجال المكتبات وعلم المعلومات أحد التخصصات التي نهلت من هذا المجال في السعي نحو توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة في أنشطتها ووظائفها الفنية والتطبيقية، وخاصة في الرد على استفسارات المستفيدين من المكتبات ومؤسسات المعلومات ، وجاءت تقنيات إنشاء برامج المحادثة الالية أو فيما عرف باسم Chatbot كأحد أبرز التقنيات التي وظفت في المكتبات.

وتسعي هذه الدراسة الي تصميم برنامج محادثة آلية Chatbot قادر على تكشيف المعلومات واستخلاصها من الملفات ، وذلك لاستخدامه فى تقديم العديد من خدمات المعلومات، وخاصة في تقديم الخدمة المرجعية و الرد على اسئلة واستفسارات المستفيدين ، وتعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفى التحليلى ، حيث تقوم هذه الدراسة برصد وتحليل أحد أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعى ، وهى برامج المحادثة الآلية Chatbot وطريقة عملها ،وكذلك تعتمد

تاريخ استلام البحث: 2021/12/1 تاريخ إجازة البحث: 2021/12/12

الدراسة على المنهج التجريبى فى تصميم نموذج لبرنامج محادثة آلية Chatbot وتوظيفه فى الخدمة المرجعية و الرد على استفسارات المستفيدين وذلك بالاعتماد علي لغة البرمجة Python بشكل أساسي في تصميم البرنامج ، بالإضافة الي تضمين العديد من المكتبات الجاهزة المرتبطة بلغة البرمجة Python و منها NLTK، Numpy، Wordnet ، واختبار البرنامج باستخدام طريقه Black Box Testing للتأكد من صحة النتائج المسترجعة .

الكلمات الدالة: الذكاء الاصطناعي؛ الخدمة المرجعية؛ برمجيات المحادثة الآلية

التمهيد:

يأتي مجال الذكاء الإصطناعي وتعلم الآلة كوافد جديد يفرض نفسه بقوة على مختلف الأوساط العلمية والأكاديمية والمجتمعية، ويمثل في الوقت الراهن أحد أكثر المجالات إثارة على صعيد التطبيق والتضمين داخل التخصصات العلمية المختلفة، والتي تسعى من خلاله هذه التخصصات إلى تيسير أنشطتها ومهامها وجهودها وضبط نتائجها بصورة دقيقة، ويعد مجال المكتبات وعلم المعلومات أحد التخصصات التي نهلت من هذا المجال في السعي نحو توظيف تقنياته المختلفة. في أنشطتها ووظائفها الفنية والتطبيقية، لاسيما مهام الرد على استفسارات المستفيدين من المكتبات ومؤسسات المعلومات، وظفت تقنيات الذكاء الاصطناعي في مناح مختلفة من أنشطة وخدمات المكتبات، وجاءت تقنيات إنشاء برامج المحادثة الالية أو فيما عرف باسم Chatbot كأحد أبرز التقنيات التي وظفت في سياق الخدمات المرجعية وخدمات الرد علي استفسارات المستفيدين، ليعكس هذا التوظيف طورا جديدا من مراحل تطور الخدمة والتي استهلت بمرحلة الرد المباشر ووصولا إلى إنشاء خدمات أسأل المكتبي Ask Librarian، ونهاية بتوظيف المحادث الذكي Chatbot للرد على استفسارات المستفيدين المختلفة، وفي هذا نحت الدراسة منحى تطبيقيا في التأصيل لتوظيف برامج المحادثة الآلية Chatbot داخل المكتبات، ليس على الصعيد النظري باستعراض الخصائص والسمات والتعريفات والمفاهيم والقضايا النظرية الأخرى التي استطرد الحديث عنها في الإنتاج الفكري العربي والأجنبي على السواء، ولكن على صعيد التخطيط والتصميم والتنفيذ لإنشاء برنامج محادثة آلية لتقديم الخدمة المرجعية والرد علي استفسارات المستفيدين داخل المكتبات، وذلك باستعراض الخطوات الرئيسية للتصميم والتنفيذ واستعراض أهم المتطلبات البرمجية الواجب توافرها، في صورة تقترب لأن تكون بمثابة دليل أرشادي لمن يسعى من االمكتبات الى إنشاء هذه التطبيقات وتضمينها فى خدمات المعلومات ، والله الهادي والموفق لسواء السبيل.

مشكلة الدراسة:

أكتنف النمط التقليدى للمكتبات ومراكز المعلومات العديد من التحديات والقضايا التى فرضت نفسها فى ظل التطور التقنى الذى يشهده العالم، حيث استطلبت هذه التحديات أن تتخلى المكتبات ومراكز المعلومات عن جدرانها وما أرتضته لنفسها من نماذج عمل

تسعى من خلالها للقيام بمهامها وانشطتها لتقديم خدمات المعلومات للمستفيدين، فى مقابل ما يمكن توظيفه من التقنيات المستحدثة للقيام بهذه المهام، وتأتى الخدمة المرجعية وخدمة الرد على الاستفسارات كأحد أبرز الخدمات التى سعت لتوظيف مختلف التقنيات فى تطويرها وتيسير سبل الافادة منها، وتعد تقنيات الذكاء الاصطناعى أحد ابرز التقنيات التى وظفت فى سياق هذه الخدمات، والتى استهدف من خلالها أن تقدم أبعاداً جديدة فى الخدمة المرجعية والرد على استفسارات المستفيدين لتتخطى الاجابة الحقائقية للوصول الى الاجابات التنبؤية، هذا الأمر الذى يستدعى أن تقوم الدراسة برصد أحد أبرز التقنيات الذكية المتمثلة فى برامج المحادثة الآلية وتوظيفها فى خدمات المعلومات.

أهمية الدراسة:

تستمد هذه الدراسة أهميتها من حاجة المكتبات إلى مواكبة التطور وتوظيف أحدث التقنيات المعتمدة على الذكاء الاصطناعى فى خدماتها، ومن ابرز هذه التقنيات برامج المحادثة الآلية Chatbots التى يمكن توظيفها فى الخدمة المرجعية والرد على اسئلة واستفسارات المستفيدين بشكل فعال ، مما يسهم فى توفير وقت وجهد المستفيدين و العاملين .

أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تصميم برنامج محادثة آلية يستطيع أن يقوم بالتفاعل مع المستفيدين بطريقة أقرب الى التفاعل البشرى، ولا يقتصر الأمر على هذا وحسب بل يتخطى ذلك فى امكانية توظيف هذه البرامج فى العديد من الخدمات كالتكشيف وخدمة البحث والاسترجاع والخدمة المرجعية والرد على اسئلة واستفسارات المستفيدين وخدمة الترجمة لتقدم للمستفيد صورة مكتملة للاجابة على استفساره، وينبثق من هذا الهدف عدداً من الأهداف الفرعية التى تتمثل فى:

1. التعريف ببرامج المحادثة الآلية ChatBot وآلية عملها والتأصيل لها كأحد التقنيات المستخدمة فى مجال المكتبات والمعلومات.
2. رصد وتحليل البنية التكوينية الخاصة ببرامج المحادثة الآلية ، ومدى امكانية توظيفها فى خدمات المعلومات .

3. اختبار وقياس كفاءة وفاعلية برنامج المحادثة الآلية ومدى دقة نتائجة فى الرد على استفسارات المستفيدين .

تساؤلات الدراسة:

1. ما هى برامج المحادثة الآلية ChatBot ؟وما هى طريقة عملها ؟
2. ماهى البنية التكوينية الخاصة ببرامج المحادثة الآلية Chatbot ؟وإلى أى مدى يمكن توظيفها فى خدمات المعلومات ؟
3. ماهى المتطلبات الفنية والبرمجية اللازمة لتصميم برامج المحادثة الآلية لتقديم خدمات المعلومات ؟
4. كيف يمكن اختبار وقياس كفاءة وفاعلية برنامج المحادثة الآلية Chatbot ومدى دقة نتائجة فى الرد على استفسارات المستفيدين ؟

مصطلحات الدراسة:

1- **الذكاء الاصطناعى**: الأجهزة والتطبيقات الميكانيكية والإلكترونية المصممة لمحاكاة قدرة الإنسان على التعلم واتخاذ القرارات ، و يتم استخدام الذكاء الاصطناعي في تكنولوجيا التعرف على الصوت، والنظم الخبيرة، ومعالجة اللغة الطبيعية واللغات الأجنبية، والانسان الآلى (ODLIS ,2019)

2- **برامج الذكاء الاصطناعى :** هى برامج قادرة على القيام بمحاكاة العقل البشرى ". ويتطلب تصميم البرامج الذكية محاكاة عدد من القدرات ومنها التفكير والتعلم وحل المشكلات والإدراك وتمثيل المعرفة (Expert ai team ,2016)

3- **برنامج المحادثة الآلية** Chat Bot: اداة برمجية تستخدم معالجة اللغة الطبيعية (NLP) والتعلم الآلى (ML) فى تحقيق التفاعل بين الأنسان والآلة بشكل محاكى لأسلوب البشر فى المحادثة.

4- **الخدمة المرجعية:** هي الإجابة عن أسئلة المستخدمين باستخدام جميع المصادر المتاحة للمكتبة سواء المطبوعة منها أو الرقمية أو تستطيع الوصول إليها عبر وسائل تكنولوجيا

الاتصال أو شبكة الانترنت سواء كانت الإجابة من مصادر مرجعية أم مصادر غير مرجعية

مجال الدراسة وحدودها

- الحدود الموضوعية:

تتناول الدراسة برامج المحادثة الآلية وتوظيفها فى خدمات المعلومات

- الحدود الزمنية:

تتناول الدراسة برامج المحادثة الآلية وتوظيفها فى خدمات المعلومات حتى نهاية عام 2021م.

- الحدود الجغرافية :

لم تتقيد هذه الدراسة بحدود جغرافية معينة.

منهج الدراسة:

أعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفى التحليلى ، حيث تقوم هذه الدراسة برصد وتحليل أحد أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعى ، وهى برامج المحادثة الآلية وطريقة عملها ، وكذلك تعتمد الدراسة على المنهج التجريبى فى تصميم نموذج لبرنامج محادثة آلية Chatbot وتوظيفه فى الخدمة المرجعية و الرد على استفسارات المستفيدين وذلك بالاعتماد علي لغة البرمجة Python بشكل أساسي في تصميم البرنامج ، بالإضافة الي تضمين العديد من المكتبات الجاهزة المرتبطة بلغة البرمجة Python و منها NLTK، Numpy، Wordnet ، بالإضافة الي اختبار و تجريب البرنامج باستخدام طريقه Black Box Testing للتأكد من صحة النتائج المسترجعة .

الهدف الرئيسى من برنامج المحادثة الآلية Chatbot

يعد الهدف الرئيسى من هذه التجربة البحثية هو تصميم برنامج محادثة آلية Chatbotقادر على تكشيف المعلومات واستخلاصها من الملفات، وذلك لاستخدامه فى الإجابة على أسئلة واستفسارات المستفيدين، حيث يسمح بالوصول إلى المعلومات التى يبحث عنها

المستفيدين بشكل مباشر دون حاجة للذهاب الى المكتبه للوصول الى المصدر والبحث فيه، بحيث يمكن توظيف برنامج المحادثة الآلية Chatbotفى العديد من الخدمات التى تقدمها المكتبات ومنها:

الخدمة المرجعية: هي الرد أو الإجابة عن أسئلة المستفيدين بشكل شخصي ما بين المستخدمين والأخصائي وبشكل مباشر إما الخلاف البسيط فهو بشأن امتدادات وشمول مجال الخدمة المرجعية، حيث يمكن ربط برنامج المحادثة الآلية Chatbot بالمراجع الالكترونية المتاحة فى المكتبة سواء كانت قواميس أو كشافات أو بيبلوجرافيات .... الخ، حتى يتثنى للبرنامج البحث فى هذه المصادر وتقديم الخدمة المرجعية من خلالها

الرد على اسئلة واستفسارات المستفيدين: وذلك عن طريق ربط برنامج المحادثة الآلية Chatbot بملفات تتضمن أجابات للاسئلة التى يطرحها المستفيدين باستمرار FAQ، حتى يتثنى للبرنامج استخدام هذه الملفات والبحث فيها عند تلقى استفسارات المستفيدين و الاجابة عليها

خدمة الترجمة: وذلك عن طريق ربط برنامج المحادثة الآلية Chatbot بمجموعة من القواميس، حتى يستطيع البرنامج القيام بالبحث فيها وارسال الرد للمستفيد، فى حالة طلب مستفيد معين لبعض خدمات الترجمة

خدمة الإحاطة الجارية: وذلك عن طريق ارسال رسائل للمستفيدين لأخطارهم بتوافر مصادر جديدة في المجالات المهتمين بها.

التسويق: حيث يمكن استخدام برنامج المحادثة الآلية Chatbot فى التسويق للخدمات والفعاليات التى تقدمها المكتبة، كأخطار المستفيدين بمواعيد الندوات والكورسات وورش العمل التى تقدمها المكتبة. كما يمكن استخدام برنامج المحادثة الآلية Chatbot في إخطار المستفيدين بأى تغييرات فى مواعيد العمل وأيام العطلات .

- تعريف برنامج المحادثة الآلية CHATBOT

برنامج المحادثة الآلية chatbot: هو برنامج يستخدم معالجة اللغة الطبيعية (NLP) والتعلم الآلى (ML) فى تحقيق التفاعل بين الأنسان والآلة بشكل محاكى لأسلوب البشر فى المحادثة ويطلق عليه ايضاً:

- Talkbot
- Chatterbot
- Bot
- IM bot
- Interactive agent

انواع برامج المحادثة الآلية CHATBOT

يوجد طريقتين يتم تصميم برامج المحادثة الآلية Chatbots وفقاً لها وهما ، النهج الأول يستند على مجموعة من القواعد ، والنهج الأخر أكثر تطوراً يعتمد على تقنية الذكاء الاصطناعى والتعلم الآلى Machine learning

- أولاً النهج القائم على القواعد Rule-Based Approach

هى الطريقة التى يتم بها بناء أغلب برامج المحادثة الآلية ، فهى عبارة عن برنامج ذو امكانيات محدودة جدا ، حيث يعمل هذا البرنامج وفقاً لمجموعة من القواعد Rules التى تتضمن حدوث نتيجة معينة عند استيفاء شرط معين (الشرط – النتيجة) ، فهو يستطيع الأجابة على بعض الاستعلامات البسيطة المبرمج عليها فقط ، و يفشل فى بعض الأحيان فى الإجابة على الأستعلامات المعقدة .

- ثانياً : نهج التعلم الذاتى/ الآلى Self Learning Approach

ينقسم هذا النهج الى طريقتين (النموذج القائم على الإسترجاع ، والنموذج التوليدى)

- النموذج القائم على الإسترجاع Retrieval-Based Model

هذا النموذج أكثر مرونة فى التعامل مع الاستعلامات ، حيث يقوم بتحليل محتوى المصادر المتاحة وينشئ كشاف لها ، ثم يجيب على استفسار المستفيد عن طريق المضاهاة بين الإستفسار الذى يطرحه وبين الكلمات الواردة فى الكشاف لتحقيق أقصى استجابة .

- النموذج التوليدى The Generative Model

يعتمد هذا النموذج على خوارزميات التعلم الآلي والتعلم العميق، حيث يمكن لبرنامج المحادثة الآلية من خلال هذا النموذج أن يتعلم من المحادثات السابقة للتطوير الذاتى المستمر بمرور الوقت، حيث يقوم البرنامج بالرجوع الى الاسئلة التى احتاجت الاجابة عليها تدخل عنصر بشرى ويقوم بحفظها، حتى يتثنى له القيام بتوليد الاستجابات المناسبة مستقبلياً، ويعد هذا النموذج أفضل فى النتائج من النموذج القائم على الإسترجاع Retrieval-Based Model ، ولكنه أصعب فى بناءه وتدريبه (Doherty,2019)

- آلية عمل برنامج المحادثة الآلية Chatbot

بطريقة مبسطة يقوم المستخدم بالتفاعل مع البرنامج عن طريق الصوت أو الكتابة ، فى حالة استخدام الصوت يقوم برنامج المحادثة الالية بتحويل الصوت إلى نص باستخدام تقنية التعرف التلقائى على الكلام Automatic Speech Recognition (ASR) أو Speech to Text .

أما برامج المحادثة الآلية النصية تتخطى هذه الخطوة ، حيث يقوم برنامج المحادثة الالية بتحليل النص المدخل ومضاهاته لتحديد أفضل استجابة وعرضها للمستخدم فى شكل رد بالعديد من الطرق مثل النص أو الصوت.

وإذا كان برنامج المحادثة الآلية يدعم الرد بالصوت يعتمد على تقنية تحويل النص الى كلام Text to Speech .

ومن الجدير بالذكر أن فهم الآلة للبشر عملية معقدة جداً ، لذا تستخدم برامج المحادثة الآلية العديد من مبادئ اللغة الطبيعية والتى تتمثل فى :

المرحلة الأولى :معالجة اللغة الطبيعية (Natural Language Processing (NLP

تستخدم معالجة اللغة الطبيعية فى

- تقسيم المدخلات النصية إلى عبارات وجمل وكلمات
- ثم القيام بتحديد نوع الكلمة عما إذا كانت فعل أو أسم أو صفة
- ثم العمل على تجنب أوتلافى الأخطاء الاملائية .

المرحلة الثانية :فهم اللغة الطبيعية Natural Language Understanding (NLU)

تستخدم هذه التقنية فى فهم ما يقوله المستخدم ، وذلك بالاعتماد على المعاجم والقواميس فى فهم معانى الكلمات وتحديد مترادفاتها والقطاعات الموضوعية التى تنتمى اليها، ثم تستخدم بعد ذلك مجموعة من الخورازميات لتحديد نص الاستجابة المناسب لاستفسار المستفيد فى برنامج المحادثة الآلية

توليد اللغة الطبيعية Natural Language Generation (NLG)

لتحقيق أفضل استجابة تمكن هذه التقنية برنامج المحادثة الآلية من البحث فى مستودعات البيانات وقواعد واصفات البيانات ، واستخدام النتيجة فى إنشاء الرد ، ولقد أدى هذا الدمج بين تقنيات اللغة الطبيعية (NLP و NLU و NLG) الى نقل الذكاء الاصطناعى الى مستوى جديد قادر على إنشاء واجهات محادثة متقدمة تستطيع فهم المحادثات واستخدام الذاكرة فى تحسين اداءها وتقديم استجابات واقعية ومناسبة (Andy,2020)

- **<u>إنشاء وتصميم برنامج المحادثة الاليةCHATBOT</u>**

- <u>أولاً : مرحلة التخطيط</u>

قبل البدء فى مرحلة تصميم البرنامج لابد من تحديد بعض النقاط الرئيسية وهى :

1- الهدف من البرنامج

تتضمن هذه الخطوة تحديد دور البرنامج والأهداف المرجوة من تصميمة ، بالإضافة الى تحديد مميزاته الوظيفية .

2- طريقة التفاعل

وتتضمن هذه الخطوة تحديد طريقة التفاعل بين المستفيد والبرنامج سواءكانت عن طريق النص أو الصوت أو كلاهما معاً.

3- منهجية التطوير

وتتضمن هذه الخطوة تحديد منهجية تطوير البرنامج سواء كانت نهج قائم على القواعد Rule-Based Approach، وفى هذه المنهجية يستطيع البرنامج الأجابة على الأسئلة المبرمج عليها فقط ويحتاج للتطوير بشكل مستمر ، أو وفقاً لنهج التعلم الذاتى Self Approach Learning الذى يعتمد على تقنية الذكاء الاصطناعى والتعلم الآلى فى تطوير نفسه أعتماداً على المحادثات السابقة وخوارزميات التعلم الآلى .

4- لغة البرمجة والتحرير

يتم فى هذه الخطوة تحديد لغة البرمجة التى سيتم الأعتماد عليها فى تصميم البرنامج، و إختيار المحرر المناسب وذلك لأختبار الأكواد والتأكد من صحتها

5- تحديد اللغة الطبيعية

وفى هذه الخطوة يتم تحديد اللغة الطبيعية التى يتفاعل بها البرنامج مع المستفيد (كاللغة العربية ، الانجليزية ، الفرنسية ،.... الخ)، فضلاً عن تحديد اسلوب اللغة التى سيتم التعامل بها (سواء كانت رسمية ، عامية)

6- تحديد الأسم

يتم فى هذه الخطوة تحديد اسم للربوت لاستخدامه فى المحادثة مع المستفيدين.

7- نماذج المحادثة المتوقعة لعملية التفاعل

تعد هذه الخطوة أصعب خطوات عملية التخطيط وعملية التصميم معاً، ويرجع السبب فى ذلك الى طبيعة اللغة البشرية التى تتيح التعبير عن المعنى بأكثر من طريقة ، حيث تتضمن هذه الخطوة تقديم توقعات للأسئلة التى يمكن أن يطرحها المستفيد وتحديد الاستجابات المناسبة لها ، مع مراعاة الطرق المختلفة للتعبير عن المعنى الواحد .

ومثال على ذلك أن يتضمن النموذج عدداً من العبارات التى تؤدى نفس المعنى مثل عبارة (هل يمكنك إعادة الصياغة ،و عذراً لا استطيع أن افهمك ..... إلخ) ، لذا لابد من توخى الحذر فى هذه المرحلة والعمل على تقديم أكبر قدر ممكن من الاسئلة المتوقعة وطرق الاستجابة إليها .

بالأضافة الى ذلك يجب أن تشتمل النماذج على طرق الاستجابة فى حالة تلقى البرنامج استفسارات خارج نطاق برمجته كتحويل المحادثة مع شخص حقيقي عند حدوث ذلك ، وعادة مايتم الرجوع إلى هذه الخطوة بشكل مستمر لحفظ الاستجابات التى قدمها العنصر البشرى وأضافتها لقاعدة البيانات ، وذلك لتحسين وتطوير البرنامج

8- تصميم حوارات المحادثة وتدفقها

تتضمن هذه الخطوة تجميع بيانات المحادثات وتصميم تدفق الحوار ، بالإضافة الى كتابة الأوامر الخاصة بالبرنامج ،وذلك من خلال تجميع البيانات الخاصة بالمحادثات المحتملة وتحويلها الى مدخلات وتقسيمها الى فئات وتحديد طرق الاستجابة المختلفة لها .

ويعد أهم جزء فى هذه الخطوة تحديد الفئة التى ينتمى اليها كل استفسار حتى يستطيع البرنامج تقديم الرد المناسب للاستفسار ،ومثال على ذلك Hi ,Hello , Hola ... الخ تقع ضمن فئة الترحيب أو مجموعة البيانات الترحيبية

9- إختبار البرنامج

تتضمن هذه الخطوة تحديد طريقة الإختبار الداخلى والخارجى للبرنامج ، سواء على مستوى الأكواد والتأكد من صحتها ، أوعلى مستوى طريقة العمل والاستجابة ، وذلك للتأكد من عمل البرنامج بشكل صحيح وعلى مستوى عالى من الدقة

10- تصميم واجهة البرنامج

وتتضمن هذه الخطوة تصميم واجهة مستخدم رسومية Graphical User Interface، حيث يتم تحديد لغة البرمجة المستخدمة فى تصميم الواجهة وكذلك تحديد القوائم

الرئيسية والفرعية ومكان ادخال النص وربطه بالبرنامج، مما يسهل على المستفيد التعامل مع البرنامج

11- المتابعة والتطوير

وفى هذه الخطوة يتم إختبار البرنامج على فترات متفاوتة للتأكد من تحقيق أفضل استجابة والعمل على تطويره بشكل مستمر.

ثانياً: مرحلة التصميم

1- التعريف بالبرنامج

صمم هذا البرنامج وفقاً للنموذج القائم على القواعد Rule-Based Approach فى سياق تجريبى من جانب الباحثة كأصدار أولى مبدئى تحت عنوان (Lib Chatbot) .

2- الهدف من البرنامج

يعد الهدف الرئيسى من هذه التجربة البحثية هو تصميم برنامج محادثة آلية Chatbotقادر على تكشيف المعلومات واستخلاصها من الملفات ، وذلك لاستخدامه فى تقديم خدمات المعلومات وهى

- الخدمة المرجعية
- الرد على اسئلة واستفسارات المستفيدين
- خدمة الترجمة
- خدمة الإحاطة الجارية
- التسويق للخدمات والفعاليات التى تقدمها المكتبة

3- إختيارلغة البرمجة :

تتوافر العديد من اللغات التى يمكن استخدامها فى تصميم برامج الذكاء الاصطناعى ومنها Python , C++, R , Java وغيرها ، ولكن على الرغم من توافر كم كبير من اللغات التى يمكن الاعتماد عليها فى تصميم برامج الذكاء الاصطناعى إلا أن هناك لغة واحدة شائعة الإستخدام

وتتربع على عرش القمة ألا وهى لغة البايثون Python، حيث تستخدمها العديد من الشركات الكبرى ومنها Google, Facebook, Netflix وغيرها الكثير وذلك لإمتلاكها العديد من المزايا.

فهى لغة Interpreted تتميز بالسهولة والسلاسة فى التعامل مع الحاسب، فقد تحتاج الى كتابة سته أسطر أو أكثر لتنفيذ أمر معين بواسطة اللغات الأخرى ، بينما فى بايثون Python يمكنك كتابة الأمر فى سطر واحد، كما أنها لغة مفتوحة المصدر ومجانية ولاتحتاج الى جهاز ذو امكانيات عالية لاستخدامها، ويمكنها العمل على أكثر من منصة Windows ,Unix, IOS، كما يمكنها العمل مع لغات البرمجة الأخرى مثل Java , C, C++، ونظراً لسهولة هذه اللغة وتميزها على نظراءها تم إختيارها للاعتماد عليها فى هذه التجربة البحثية.

4- تحميل وتثبيت برنامج بايثون :

قامت الباحثةبتحميل برنامج بايثون Python 3.9.1 بإصدار لأجهزة 64 Bit من موقع بايثون الرسمى https://www.python.org/ وأتباع خطوات التنصيب لتثبيتة على الجهاز والتحقق من عمله بطريقة سليمة .

5- تشغيل بيئة التطوير المتكاملة للأكواد Integrated Development Environment (IDE):

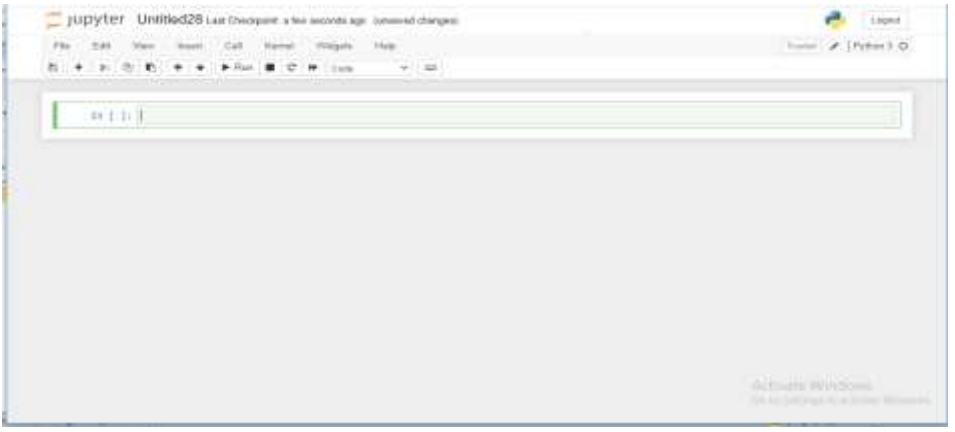
بيئة التطوير المتكاملة: هى حزمة من البرمجيات توفر تسهيلات شاملة للمبرمجين و تساعدهم في تصميم و تطوير البرمجيات الخاصة بهم، ولقد أعتمدت الباحثة على محرر الأكواد اناكوندا Anaconda3-2020.11 بأصدار لأجهزة 64 Bit من موقع اناكوندا الرسمى https://anaconda.org/anaconda/python-editor، ولقد أختارت الباحثة هذا المحرر نظراً لسهولة استخدامه وتوافر بيئة حوسبة تفاعلية Jupiter notebook تسمح للمبرمج بكتابة الأكواد والتحقق من صحتها وملاحظة النتيجة فى نفس الشاشة .

- ثالثآ :مرحلة التنفيذ

1- تشغيل المتصفح الخاص ببيئة التطوير Anaconda navigator

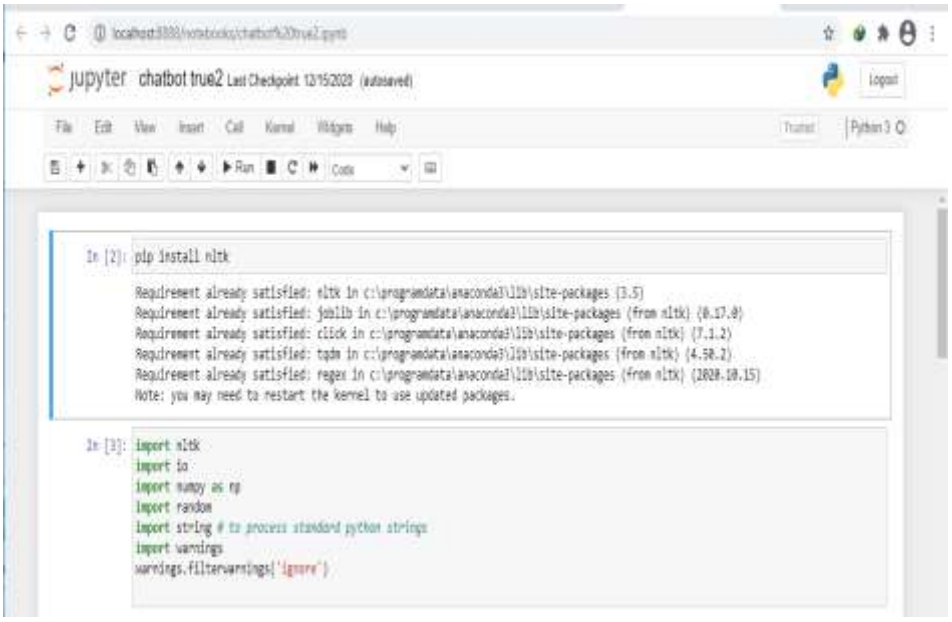
شكل 1 واجهة متصفح أناكوندا

2- إنشاء Notebook على المحرر التفاعلى Jupiter notebook لكتابة أكواد بايثون Python والتأكد من عملها بشكل سليم ورؤية النتائج بشكل مباشر.



شكل 2 ملف notebook فى برنامج أناكوندا

يتم فى هذه الخطوة تثبيت أو التحقق من تثبيت مجموعة من المكتبات الجاهزة التى سوف نحتاج اليها فى تصميم البرنامج لتسهيل عملية التكويد واختصارها.



شكل 3 استيراد الحزم المكتبية

4- المكتبات المثبتة

- **مكتبة معالجة اللغة الطبيعية The Natural Language Toolkit (NLTK)**

يتم فى هذه الخطوة كتابة الكود الخاص باستيراد مكتبة معالجة اللغة الطبيعية والتأكد من تثبيتها سواء كانت بحاجة الى التنصيب أو إذا كانت موجودة بالفعل ، وهى مكتبة تسمح بتجزئة الفقرات الى جمل ، والجمل الى كلمات ، ثم تقوم بإزالة علامات الترقيم وعلامات الوقف ، ورد الكلمة الى أصلها أو مصدرها ،وتحديد مرادفات الكلمة الأخرى ، مما يسهم فى فهم ومعالجة الإستفسارات المختلفة التى يدخلها المستخدمون للبرنامج.

- **مكتبة Io**

تحتوى هذه المكتبة على مجموعة من الأدوات والتقنيات التى تسمح بفتح وقراءة ملف معين حتى يتم استرجاع المعلومات منه ممايسمح بربط البرنامج بملف معين أو مجموعة من الملفات حتى يتم استرجاع المعلومات منها.

- **مكتبة Numpy**

سميت هذه المكتبة بهذا الأسم أختصاراً لكلمة Numerical python وهى مكتبة تحتوى على مجموعة من الأدوات التى تستخدم فى حل المعادلات الرياضية ، ومن أشهر هذه الأدوات (المصفوفة) وهى ما نحتاج اليه فى تصميم هذا البرنامج لإستخدامها فى انشاء مصفوفات تحدد الكلمات ومكانها وعدد مرات ورودها فى النص ، مما يسهم فى الوصول الى الجزء الذى يبحث عنه المستفيد بالتحديد .

- **مكتبة Random**

تستخدم هذه المكتبة فى استرجاع عنصر واحد بطريقة عشوائية من ضمن مجموعة من الحروف أو الأرقام أوالكلمات ... الخ ،حيث يتم ادخال دالة تحتوى على مجموعة من الإختيارات المرتبطة ببعضها ويقوم البرنامج باسترجاع رد منها بطريقة عشوائية ومثال على ذلك الجمل التى تستخدم فى التحية مثل hi , hello , hey ، فعندما يقوم المستخدم بادخال احد عبارات التحية يقوم البرنامج بأختيار اى رد عشوائى من مجموعة البيانات المتضمنه فى فئة التحية أو البيانات الترحيبية .

- **مكتبة النصوص String**

تستخدم هذه المكتبة فى تقسيم الجمل الى كلمات وإنشاء فواصل بين الكلمات ، مما يسهم فى تقسيم الجمل التى يطرحها المستخدم الى كلمات لاستخدامها فى البحث للحصول على اجابات دقيقة .

مكتبة التنبيهات Warnings

عادة ما تظهر للمبرمجين العديد من التنبيهات الخاصة بمشاكل اللغة أو الصياغة .... الخ ، وتستخدم هذه المكتبة فى تجاهل التنبيهات البسيطة اثناء تشغيل البرنامج ، ولكن تقوم باظهار تنبيهات فى حالة وجود مشكلات كبيرة .

5- فتح وقراءة الملفات

يتم فى هذه الخطوة تحديد الملفات التى نريد من البرنامج قراءتها وتكشيفها واسترجاع المعلومات منها ، حيث يمكن ربط البرنامج بملفات المراجع الالكترونية للبحث فيها والرد علي الاسئله المرجعية التي يطرحها، كما يمكن ايضآ ربط البرنامج بملفات تتضمن أكثر الاسئلة التى يطرحها المستفيدون حتى يستطيع البرنامج البحث فيها والوصول الى الاجابة المناسبة منها ، كما يمكن ربط البرنامج بملفات القواميس الالكترونية وذلك لاستخدامها فى تقديم خدمة الترجمة، حيث يمكن لكل مكتبة تحديد واختيارالملفات التى تريد ربطها بالبرنامج وفقآ لرغبتها بما يلائم الخدمة التى تريد استخدام برنامج المحادثة الآلية للقيام بها ، حيث يتم كتابة المسار الكامل الدال على مكان الملفات المطلوب من البرنامج قراءتها مثل

f= open ('D:\machine learning .txt','r',errors = 'ignore')

raw= f. read ()

```
In [4]: f=open('D:\Machine learning.txt','r',errors = 'ignore')
        raw=f.read()
        raw=raw.lower()# converts to lowercase
        nltk.download('punkt') # first-time use only
        nltk.download('wordnet') # first-time use only
        sent_tokens = nltk.sent_tokenize(raw)# converts to list of sentences
        word_tokens = nltk.word_tokenize(raw)# converts to list of words

        [nltk_data] Downloading package punkt to
        [nltk_data]     C:\Users\yasmine\AppData\Roaming\nltk_data...
        [nltk_data]   Package punkt is already up-to-date!
        [nltk_data] Downloading package wordnet to
        [nltk_data]     C:\Users\yasmine\AppData\Roaming\nltk_data...
        [nltk_data]   Package wordnet is already up-to-date!
```

شكل 4 تحديد الملفات واستيراد الحزم

ثم نقوم بعد ذلك بتحميل الحزم البرمجية التى نحتاجها لقراءة وتكشيف الملفات التى سيقوم البرنامج باسترجاع المعلومات منها.

6- الحزم والادوات البرمجية المثبتة:

- **أداة Punkt**

وهى أداة تستخدم خوارزميات غير خاضعة للأشراف تستخدم فى تقسيم النص الى مجموعة من الجمل وانشاء نموذج model للكلمات والاختصارات ، ونحتاج الى هذه الاداة حتى تقوم بتقسيم النصوص التى يدخلها المستفيدين الى البرنامج وتقسيمها الى جمل ثم الى كلمات ، بالاضافة الى استخدامها فى تقسيم النص داخل الملفات المطلوب من البرنامج تكشيفها .

- **أداة Wordnet**

هى أحد أدوات معالجة اللغة الطبيعية فى بايثون Python، وهى عبارة عن قاعدة بيانات معجمية باللغة الانجليزية ، يتم تجميعها فى مجموعات تسمى Synsets وهى عبارة عن مجموعة من المصطلحات والمرادفات الأخرى لها ، ونحتاج الى هذه الاداة حتى يستطيع البرنامج استرجاع المصطلحات التى يمكن التعبير عنها بأكثر من طريقة ، فليس بالضرورة أن يقوم المستخدم باستخدام نفس المصطلح الوارد فى الملف عند البحث مثال على ذلك هاتف ، موبايل، جوال.

- عملية معالجة البيانات :

يتم فى هذه الخطوة تحديد طريقة تعامل برنامج المحادثة الآلية مع الاستفسارات المدخلة وهى:

1. **عملية رد الكلمة الى أصلها (الجذر) Stemming**

هى عملية رد الكلمة الى جذرها أو أصلها عن طريق حذف السوابق واللواحق ومثال على ذلك played, plays , playing ترد الى أصلها play ، حيث يقوم البرنامج بتلقى المصطلحات وردها الى أصلها حتى يتسنى له استرجاع كل المعلومات ذات الصلة بمصطلح البحث.

```
In [7]: lemmer = nltk.stem.WordNetLemmatizer()
        #WordNet is a semantically-oriented dictionary of English included in NLTK.
        def LemTokens(tokens):
            return [lemmer.lemmatize(token) for token in tokens]
        remove_punct_dict = dict((ord(punct), None) for punct in string.punctuation)
        def LemNormalize(text):
            return LemTokens(nltk.word_tokenize(text.lower().translate(remove_punct_dict)))
```

شكل 5 عملية المعالجة

2. **عملية التحديد Lemmatization**

وهى عملية تعمل على التحقق من ناتج عملية رد الكلمة الى أصلها Stemming، حيث تهدف الى التأكد من أن أصل الكلمة صحيح (اى الشكل المستخدم فى القاموس)

3. **معالجة الإستفسارات**

يتم فى هذه المرحلة معالجة الإستفسار الذى يقوم المستخدم بإدخالة و تحويله الى أحرف كبيرة أوصغيرة (اللغة الانجليزية)، عادة مايقوم المستخدمون بإلقاء التحية قبل طرح استفساراتهم ، لذا لابد من تعريف البرنامج على مصطلحات التحية وطريقة الاستجابة لها حتى لايقوم البرنامج بمعالجة هذه المصطلحات على أنها استفسار بحتى ، حيث يتم انشاء مصفوفة array تتضمن مجموعة المصطلحات التى يتوقع من المستفيد أن يستخدمها فى إلقاء التحية مثل hi there , hello , hey ...، وإنشاء مصفوفة ثانية array تتضمن الردود التى يمكن أن يستخدمها البرنامج فى الرد على هذه المصطلحات .

```
: GREETING_INPUTS = ("hello", "hi", "greetings", "sup", "what's up","hey",)
  GREETING_RESPONSES = ["hi", "hey", "*nods*", "hi there", "hello", "I am glad! You are talking to me"]
  def greeting(sentence):

      for word in sentence.split():
          if word.lower() in GREETING_INPUTS:
              return random.choice(GREETING_RESPONSES)
```

شكل 6 المتغيرات الخاصة بمصطلحات التحية واستجابتها

استيراد المكتبات والتقنيات اللازمة لمعالجة استفسارات المستفيدين

- مكتبة Scikit-Learn:

هى مكتبة تحتوى على أكواد خاصة بانشاء نماذج التعلم الآلى Machine Learning والنماذج الاحصائية statistical modeling ، ونحتاج من هذه المكتبة خوارزمية (TF- IDF) Term Frequency Inverse Data Frequency وخوارزمية Cosine similarity.

- **خوارزمية TF- IDF:**

وهى خورازمية مسئولة عن حساب عدد ومرات التكرار للمصطلحات داخل النص ، ويتم ذلك من خلال تحويل النص الى مصفوفة تبرز الكلمة وعدد مرات تكرراها فى الملف ونسبتها مقارنة بالكلمات التى يحتوى عليها الملف ، حيث تسهم هذه التقنية فى تصنيف وتكشيف النصوص

- **خورازمية Cosine similarity :**

وهى خورازمية تساعد البرنامج فى عملية المضاهاة بين الإستفسار الذى يطرحه المستفيد والكلمات الواردة بداخل الملفات، حتى يستطيع البرنامج استرجاع المعلومات بشكل سليم ودقيق.

ثم يأتى بعد ذلك تحديد طريقة معالجة الإستفسارات التى يطرحها المستخدمين وكيفية إستخدام هذه الخورازميات فى معالجتها.

حيث يتم برمجة البرنامج على أن يقوم باستقبال استفسار المستفيد، ثم المضاهاة بينه وبين الكلمات المخزنة داخل الملفات وفى حالة وجود تشابة يقوم البرنامج باسترجاع الجزء المتعلق باستفسار المستفيد، أما فى حالة عدم التشابة يقوم البرنامج بإرسال رسالة للمستفيد تعنى أنه لايستطيع فهم مايريده.

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer

from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
```

```
def response(user_response):
    chatbot_response=''
    sent_tokens.append(user_response)
    TfidfVec = TfidfVectorizer(tokenizer=LemNormalize, stop_words='english')
    tfidf = TfidfVec.fit_transform(sent_tokens)
    vals = cosine_similarity(tfidf[-1], tfidf)
    idx=vals.argsort()[0][-2]
    flat = vals.flatten()
    flat.sort()
    req_tfidf = flat[-2]
    if(req_tfidf==0):
        chatbot_response=chatbot_response+"I am sorry! I don't understand you"
        return chatbot_response
    else:
        chatbot_response = chatbot_response+sent_tokens[idx]
        return chatbot_response
```

شكل 7 استيراد المكتبات والتقنيات وتحديد طريقة عملها

- تحديد أنواع الإستفسارات واستجابتها

يتم فى هذه الخطوة تحديد الرسالة الترحيبية التى يستخدمها برنامج المحادثة الآلية عند بدء المحادثة والتى تتضمن التعريف بنفسه وكيف يمكنه مساعدة المستفيد، فعندما يقوم المستخدم بإلقاء التحية يقوم البرنامج بالرد عليه باستخدام أحد المصطلحات المحددة فى مصفوفة الرد على التحية بطريقة عشوائية، وعندما يقوم المستفيد بطرح استفسار معين يقوم البرنامج بترميزة والمضاهاه بينه وبين المعلومات المخزنه فى الملفات واسترجاع الجزء المناسب ، بالأضافة إلى عبارات الشكر والرد عليها وطريقة إنهاء المحادثة والرد عليها

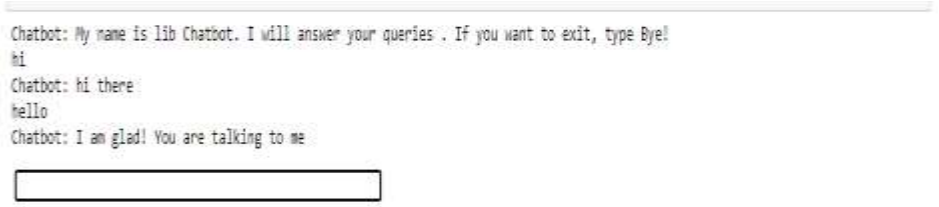
```
flag=True
print("Chatbot: My name is Iib Chatbot. I will answer your queries . If you want to exit, type Bye!")
while(flag==True):
    user_response = input()
    user_response=user_response.lower()
    if(user_response!='bye'):
        if(user_response=='thanks' or user_response=='thank you' ):
            flag=False
            print("Chatbot: You are welcome..")
        else:
            if(greeting(user_response)!=None):
                print("Chatbot: "+greeting(user_response))
            else:
                print("Chatbot: ",end="")
                print(response(user_response))
                sent_tokens.remove(user_response)
    else:
        flag=False
        print("Chatbot: Bye! take care..")
```

شكل 8 تحديد أنواع الأستفسارات وطريقة الرد عليها

- الاختبار والتجريب

يتم فى هذه المرحلة طرح جميع أنواع الإستفسارات والتحقق من صحة الأستجابة لضمان دقة عمل البرنامج من خلال استخدام طريقة Black Box Testing و هي اختبار برمجي يختبر وظائف النُظم والبرامج دون معرفة هيكلها وإجراءاتها وفيما يلي عرض لبعض الأسئلة و الاستفسارات التي تم استخدامها في اختبار البرنامج للتأكد من صحة النتائج المسترجعة:

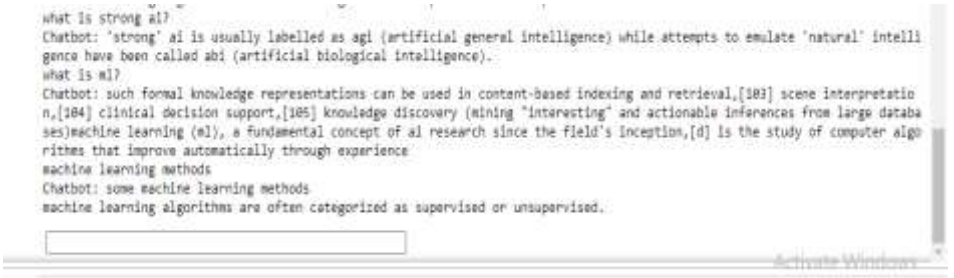
1- إلقاء التحية والرد عليها: يوضح هذا الأختبار استجابة البرنامج للمصطلحات الخاصة بإلقاء التحية واستجابته لها



شكل 9 استجابة البرنامج عند القاء التحية

2- استفسار عن معلومة محددة

يوضح هذا الأختبار مدى قدرة البرنامج فى الأجابة على سؤال محدد مثل ماهو الذكاء الاصطناعى القوى؟ ، ماهو التعلم الآلى؟ ، ماهى انواع التعلم الآلى ؟



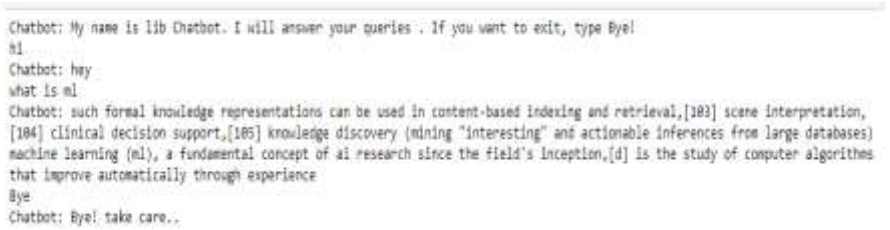
شكل 10 استجابة البرنامج للاستفسارات المحددة

3- الرد على عبارات الشكر

شكل 11 الرد على عبارات الشكر

4- إنهاء المحادثة

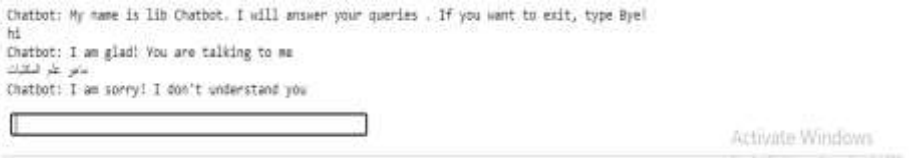
يحدد هذا الأختبار استجابة البرنامج حينما يرغب المستفيد بإنهاء المحادثة عن طريق كتابة bye



شكل 12 إنهاء المحادثة مع البرنامج

1- الاستجابة للاستفسارات غير معروفة

يوضح هذا الاختبار استجابة البرنامج فى حالة تلقى استفسارات غير معرفة سواء بلغة أخرى أو لاتوجد مصادر معلومات تجيب على الإستفسار، أوتلقى استفسارات لم يتم برمجته عليها



شكل 13 الاستجابة للاستفسارات الغير معروفة

- تصميم واجهة المستخدم الرسومية (GUI) GRAPHICAL USER INTERFACE

تهدف هذه الخطوة إلى تصميم شكل الواجهة التى سيتم من خلالها التفاعل بين المستخدم والحاسب الآلى، وذلك بالإعتماد على لغة البرمجة python فى تصميم هذه الواجهة:

- إستيراد المكتبات Import Library

يتم فى هذه الخطوة كتابة الأكواد الخاصة باستيراد المكتبة Import Library التى نحتاجها لتصميم واجهة المستخدم الرسومية

- مكتبة Tkinter lib هى مكتبة توفر مجموعة الأدوات والحلول السريعة لإنشاء واجهات المستخدم الرسومية GUI فى لغة البرمجة بايثون python .

```
In [1]: #Description: This is a chat bot GUI

In [2]: #Import the library
        from tkinter import *
```

شكل 14 استيراد مكتبة Tkinter

1- إنشاء النافذة الرئيسية

يتم فى هذه الخطوة كتابة الأكواد الخاصة لانشاء النافذة الرئيسية لواجهة المستخدم الرسومية GUI، وتحديد عنوان النافذة وشكلها ومقاسها.

```
In [3]: root = Tk()

In [4]: root.title("Chat Bot")
        root.geometry("400x500")
        root.resizable(width=FALSE, height=FALSE)
```

شكل 15 إنشاء النافذة الرئيسية

2- إنشاء القوائم الرئيسية والفرعية

يتم فى هذه الخطوة تحديد القوائم الرئيسية واسمائها وتحديد القوائم الفرعية (المنسدلة) من القوائم الرئيسية واسمائها، وتتكون من قائمة رئيسية بعنوان Fileتتضمن 3 قوائم فرعية new, save as , exit ، بالأضافة إلى قائمتين رئيسيتينEdit , Quit

```
In [5]: main_menu = Menu(root)

In [6]: # Create the submenu
        file_menu = Menu(root)

        # Add commands to submenu
        file_menu.add_command(label="New...")
        file_menu.add_command(label="Save As...")
        file_menu.add_command(label="Exit")
        main_menu.add_cascade(label="File", menu=file_menu)
        #Add the rest of the menu options to the main menu
        main_menu.add_command(label="Edit")
        main_menu.add_command(label="Quit")
        root.config(menu=main_menu)
```

شكل 16 إنشاء القوائم الرئيسية والفرعية

3- إنشاء نافذه للمحادثة

يتم فى هذه الخطوة تصميم نافذه للمحادثة وتنفيذها على النافذه الرئيسية ، حيث يتم تحديد حجمها وأرتفاعها ولونها نوع الخط المستخدم فيها

```
In [7]: chatWindow = Text(root, bd=1, bg="black",  width="50", height="8", font=("Arial", 23), foreground="#00ffff")
        chatWindow.place(x=6,y=6, height=385, width=370)
```

شكل 17 انشاء نافذه للمحادثة

4- إنشاء نافذة الإدخال أو الأرسال

يتم فى هذه الخطوة تصميم منطقة للنص يتم من خلالها إدخال الرسائل ووضعها على النافذة الرئيسية، حتى يتثنى للمستخدم إرسال الإستفسارات من خلالها ، بالإضافة إلى تحديد مقاساتها وحجمها ولونها ونوع الخط المستخدم فيها

```
In [8]: messageWindow = Text(root, bd=0, bg="black",width="30", height="4", font=("Arial", 23), foreground="#00ffff")
        messageWindow.place(x=128, y=400, height=88, width=260)
```

شكل 18 انشاء نافذة الإرسال

5- إنشاء شريط التمرير scroll bar

يتم فى هذه الخطوة تصميم شريط للتمرير ووضعه على النافذة الرئيسية للمساعدة فى التنقل بين الرسائل

```
In [9]: scrollbar = Scrollbar(root, command=chatWindow.yview, cursor="star")
        scrollbar.place(x=375,y=5, height=385)
```

شكل 19 إنشاء شريط التمرير scroll bar

6- إنشاء زر الإرسال Send button

يتم فى هذه الخطوة تصميم زر يقوم المستخدم بالضغط عليه بعد كتابة إستفسارة لإرسال الرسالة ووضعها على النافذة الرئيسية، حيث يتم تحديد اسمة وحجمة ولونه .... إلخ

```
In [10]: Button= Button(root, text="Send",  width="12", height=5,
                        bd=0, bg="#0080ff", activebackground="#00bfff",foreground='#ffffff',font=("Arial", 12))
         Button.place(x=6, y=400, height=88)
```

شكل 20 إنشاء زر الإرسال Send button

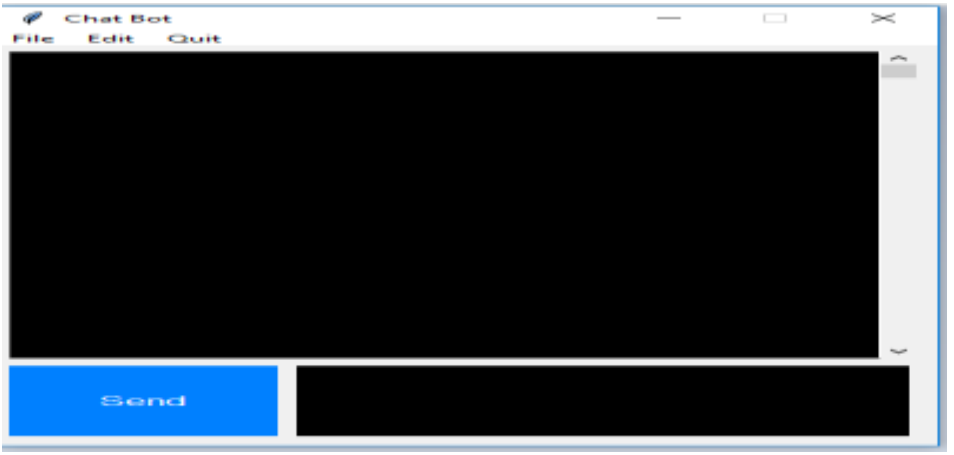
ثم يتم تشغيل الدالة Function

```
In [*]: root.mainloop()
```

شكل 21 تشغيل الدالة

7- الشكل النهائى لواجهة المستخدم الرسومية Graphical user interface

يوضح الشكل التالى الشكل النهائى لواجهة المستخدم الرسومية GUI الخاصة ببرنامج lib chatbot بعد التصميم.



شكل 22 واجهة المستخدم الرسومية لبرنامج lib Chatbot

- النتائج

بعد اجراء هذه الدراسة توصلت الباحثة الى مجموعة من النتائج أهمها:

1- تقديم تعريفاً مفصلاً لمفهوم برامج المحادثة الآلية وأنواعها وطريقة عملها.
2- التعرف على البنية التكوينية الخاصة ببرامج المحادثة الآلية وكيفية انشاءها.
3- الكشف عن طرق توظيف برامج المحادثة الآلية فى خدمات المعلومات .
4- قدمت الباحثة نموذجاً مبسطاً لبرنامج المحادثة الآلية ChatBot باستخدام بعض التقنيات المعتمدة على الذكاء الاصطناعى.
5- كشفت نتائج اختبار برنامج المحادثة الآلية ChatBot باستخدام طريقة Black Box Testing عن نجاح البرنامج في الاسترجاع.

المصادر

- Andy, Peart (2020). Chatbots: The Definitive Guide. Artificial solutions Chapter 1. Retrieved may 21, 2021 from https://chatbotslife.com/chatbots-fundamentals-the-definitive-guide-2020-3ddf74eca65d
- Doherty, Dana & Curran, Kevin. (2019). Chatbots for online banking services. Web Intelligence. 17. 1-16. 10.3233/WEB-190422.
- AI Team (2016, March 24). An artificial intelligence software definition. Retrieved December 21, 2021, from https://www.expert.ai/blog/artificial-intelligence-software-definition/
- Reitz, JM 2021, ODLIS: Online dictionary for library and information science, Libraries Unlimited, viewed 21 December 2021 , http://lu.com/odlis/about.cfm