برنامجا مُنظر المنطق Logic Theorist و حل المشكلات العامة general problem solver عند آلن نيويل و هربرت سيمون وأبعادهما المنطقية

إعداد

د/ عباس محمد عباس عبد الجليل خليفة

قسم الفلسفة – كلية الآداب – جامعة الإسكندرية

الإيميل الجامعي: abbas.khalifa.edu.eg

المستخلص:

شهدت فترة الخمسينات من القرن الماضي انتعاشًا واضحًا في بناء برامج الحوسبة والربط بين المفاهيم المعرفية والتطبيقية في عمليات التفكير وحل المشكلات، وقد كان ذلك واضحًا عند آلان تورينج في مشروعه الشهير "الآلة المفكرة"، وهو ما حاول كل من آلن نيويل وهربرت سيمون ترجمته في صورة تقنية مختلفة بعض الشيء، فقد كان لهما توجه ومشروع علمي تحت عنوان "الحل الآلي للمشكلات"، فقد انشغل الاثنان بتصميم البرامج الآلية التي تحاكي التفكير البشري – انطلاقًا من رؤيتهم المعرفية النابعة من اهتمامهم بعلم النفس المعرفي – ولم يكن هدفهم هنا تحويل هو الآلة المفكرة بعينها، بقدر محاولتهم فهم العملية الآلية والمعالجة البشرية لفهم وحل المشكلات وترجمة هذه المعالجة إلى صورة تقنية؛ فكانت أول محاولة في هذا الاتجاه هو تصميم برنامج "منظّر المنطق **Logic Theorist** "، وهو أول برنامج يمكنه التعامل مع مسائل علم المنطق الرمزي بطريقة آلية، من خلال إكسابه المهارات والطرق البشرية في حل وبرهنة النظريات المنطقية – وهذا يعني أنه كان برنامجًا متخصصًا في مجال بعينه – وقد تم تصميمه بطريقة تقنية منطقية للقيام بتلك المهمة، وبعد فترة قليلة وبعد تطوير هذا المشروع وتقنياته، تم تطوير برنامج آخر جديد وهو برنامج حلّ المشكلات العام (GPS / The General Problem Solver) لإثبات قدرة آلة حل المشكلات المتعددة، وذلك من خلال تمثيل المشكلات أو المسائل في هياكل أو قوائم ومحاولة تحويلها وتبسيطها إلى سلسلة من الأهداف والموضوعات الفرعية القابلة للحل، ومحاولة افتراض حلول لتلك الإشكاليات، وتكمن أهمية هذا النوع من البرامج في تطوير طريقة جديدة للتعامل مع المعضلات بصورة غير تقليدية، وهو ما كان له أثر على أبحاث وتطوير الذكاء الاصطناعي لاحقًا، خاصّة في مجالات مثل التفكير الآلي والتخطيط والمحاكاة المعرفية.

الكلمات المفتاحية : مُنظّر المنطق – نيويل وسيمون -حل المشكلات آليًا – البرمجة والمنطق – نمذجة المعرفة .

Newell and Simon's Logic Theorist "LT" and general problem solver "GPS" and its Logical Dimensions

Dr / Abbas Mohamed Abbas Abd eajalil

Department of Philosophy, Faculty of Arts, Alexandria University

Abstract:

The 1950s witnessed a clear revival in the construction of computing programs and the connection between cognitive and applied concepts in thinking processes and problem-solving. This was evident in Alan Turing's famous project, "The Thinking Machine." Both Allen Newell and Herbert Simon attempted to translate it into a slightly different technical image, They had a scientific approach and project under the title “Automated Problem Solving.” The two were busy designing automated programs that simulate human thinking – based on their cognitive vision stemming from their interest in cognitive psychology – and their goal here was not to transform the thinking machine itself, as much as they were trying to understand the automated process and human processing to understand and solve problems and translate this processing into a technical image, The first attempt in this direction was to design the “Logic Theorist” program, which is the first program that can deal with the problems of symbolic logic in an automated way, by providing it with human skills and methods for solving and proving logical theories - this means that it was a program specialized in a specific field - and it was designed in a logical technical way to carry out this task, and after a short period and after developing this project and its techniques , Another new program, the General Problem Solver (GPS), has been developed to demonstrate the ability of a multi-problem solver. This is done by representing problems or issues in structures or lists and trying to transform and simplify them into a series of solvable objectives and subtopics, and trying to hypothesize solutions to those problems. The importance of this type of program lies in developing a new way to deal with dilemmas in an unconventional way. This had an impact on later AI research and development, especially in areas such as automated reasoning, planning, and cognitive simulation.

Key Words: Logic Theorist - Newell and Simon - Automated Problem Solving - Programming and Logic - Knowledge Modeling.

مقدمة البحث

مع التطور السريع في بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي حاول المتخصصون تطوير قدرات البرامج الذكية وجعلها مطلعة بأدوار أكثر تعقيدًا، ولا شك أن المنطق الخالص ومهارات والقدرة على التعامل مع المشكلات من أهم أهداف الذكاء الاصطناعي، وقد كانت الظريات المنطقية ومحاولة البرهنة عليها من الموضوعات ذات الأهمية المشتركة لدى علماء المنطق الرياضي وغيرهم من أصحاب التوجه في الذكاء الاصطناعي، لذا حاول كل من سيمون ونيويل تصميم برنامج لمعالجة تلك النظريات والبرهنة عليها، في محاولة أولى من نوعها في هذا الاتجاه....فكيف يمكن حل مسائل منطقية عن طريق آلة أو برنامج ذكي .

وفي الفترة نفسها حاول الاثنين أيضًا – في إطار توجه أكاديمي مشترك – تطوير هذه الآلة لتكون قادرة على البرهنة وحل المشكلات جميعًا وليست المسائل المنطقية فقط، وذلك من خلال مجموعة من المعطيات الحاسوبية والمنطقية... فهل نجح هذا المشروع.

إشكالية البحث:

تبرز إشكالية هذا البحث في توضيح الآتي:

- إلى أي مدى يكون للبرامج التقنية قدرة على محاكة المهارات البشرية في مواجهة المسائل أو المشكلات؟ وهو ما نحاول توضيحه في عرض البرنامجين، لننتقل إلى كل برنامج على حدة.
- هل نجح برنامج LT في التعامل مع النظريات المنطقية بطريقة ناجحة؟
- كيف يمكن تمثيل المعلومات داخل هذا النوع من البرامج؟
- ما الجديد في برنامج GPS تميز به عن برنامج LT؟
- ما الآلية التقنية والمنطقية لهذا النوع من البرامج؟

هدف البحث: كان هدف نيويل محاولة إظهار قدرة تلك البرامج على إثبات النظريات "سواء الرياضية أو غيرها" تمامًا كعالم موهوب ويعرض الباحث للبرنامجين بصورة منفصلة كل برنامج على حدة، وذلك وفقًا لطريقة نيويل وسيمون في العرض، محاولًا توضيح تاريخ كل برنامج وطبيعته النظرية واللغة الرمزية المنطقية الخاصة به ثم ننتقل لطبيعة عمل البرنامج التطبيقية والتقنية.

عناصر البحث:

- **أولًا - مُنظّر المنطق The Logic Theorist**
- **تاريخ البرنامج**
- **اللغة المنطقية للبرنامج:**
- **آلية عمل البرنامج "تقنيًا"**
- **مُنظّر المنطق...بين النماذج المعرفية والذكاء الاصطناعي**
- **ثانيًا - برنامج "GPS"**
- **تاريخ البرنامج**
- **آلية عمل البرنامج "تمثيل المعلومات + اللغة المنطقية"**

أولًا - مُنظّر المنطق The Logic Theorist

١- تاريخ البرنامج

في عام ١٩٥٦ قام عالما الرياضيات والحوسبة (نيويل Newell و سيمون Simon *) بتصميم آلة أو برنامج حاسوبي قادر على حل بعض المسائل والنظريات المنطقية، خاصة المسائل الكلاسيكية الموجودة في كتاب "البرينكيبا principia عند رسل ووايتهد"، فهناك مثلًا المسائل المتعلقة بحساب القضايا، والتي قد يكون تناولها التقليدي غير دقيق – من وجهة نظر نويل –[1] . وقد كان الهدف من هذه الآلة هو تمهيد الطريق لتصميم مشروع أكبر؛ وهو بناء برنامج حاسوبي قادر على محاكاة العقل البشري في عملية التفكير ككل، وعمليات حل المسائل المعقدة التي تحتاج لتحليل وغيرها من العمليات الذهنية التقليدية .

وقامو بتسمية هذا الآلة باسم " مُنظّر المنطق The Logic Theorist "، وذلك في إطار الهدف المعرفي والفكري منها وهو تحليل الموضوعات والمسائل المعرفية ومحاولة الوصول إلى نتائج صحيحة ويقينية لتلك الموضوعات التي تتطلب إعمالًا للذهن الإنساني[2] . حيث اعتبروا أن هذه الآلة ستتبع منهجية استدلالية جديدة، قد تختلف عن تلك المعروفة في المنطق التقليدي، وقد كان تأثر نيويل هنا بالتحديد بلغة جورج بول أول من أشار إلى لغة الاستدلال المنطقي الآلي عام ١٨٤٧، حيث لم يكن متخصصًا في المنطق، وإنما اطلع على أساليب الاستدلال عند بول أثناء دراسته الجامعية في ستانفورد [3].

وإذا ما تتبعنا فكرة تصميم **البرنامج الأول" مُنظّر المنطق" تاريخيًا**؛ نجد أن سيمون ونيويل في بداية الأمر قاما بالاطلاع على نظريات عدد من المتخصصين في المنطق الرياضي

---

*)أ- **آلين نيويل**: ولد عام ١٩٢٧ ويعتبر واحد من مؤسسي علم الذكاء الاصطناعي، فقد عمل في هذا المجال وحده لأكثر من ٣٥ عام وامتد عمله ليشمل مجالات أخري في علوم الحاسب، فضلًا عن اهتماماته الأخري في علم النفس المعرفي، والإدراك، وقد تخصص في الرياضيات في مرحلة البكالوريوس ثم في علم النفس، فضلاً عن اهتماماته الاقتصادية اللاحقة، وقد كانت اهتماماته في علوم الحاسوب بالتحديد في مجال تصميم البرامج لتسهيل التحليل والدراسة، حصل على جائزة تورنج في علوم الحاسوب عام ١٩٧٥ ، فضلًا عن تأسيسه للجمعية الأمريكية للذكاء الاصطناعي عام ١٩٧٩ .

ب- هربرت سيمون (١٩١٦-٢٠٠١) : كان في الأصل اقتصادي وعالم سياسة وإدارة أمريكي، حصل على درجة الدكتوراه من جامعة شيكاغو عام ١٩٤٣، وعمل في مجال البحث والتدريس في عدد من الجامعات قبل انضمامه إلى هيئة التدريس بجامعة كارنيجي فقد كان أستاذًا للإدارة وعلم النفس وعلوم الحاسوب، ومنذ عام١٩٥٢اتجه كليًا لمجال الحاسوب، وأصبح رائدًا في تأسيس الذكاء الاصطناعي. في منتصف خمسينيات القرن الماضي، بعد زمالته لنيويل في مؤسسة راند العلمية.أنظر في ذلك:

-Herbert A. Simon(1998)**:"Allen Newell: 1927-1992** "،Annals of the History of Computing, Vol. 20, P 64 .

-**Allen Newell(American computer scientist) ,** article in Encyclopædia Britannica by Michael Aaron Dennis, Last Updated: Mar 2024 .

- Caitlin Clarike (2024): "**Who Was Herbert A. Simon? Bounded Rationality and AI Theorist",** article in investopedia .

] B. Jack Copeland(2004): "**The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life**", Oxford University Press Inc., New York, p 355 .

[2]) Leo Gugerty (2006**): "Newell and Simon's Logic Theorist: Historical Background and Impact on Cognitive Modeling**", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 50(9):880-884, p 880 .

[3]) **Leo Gugerty** (2006**):** OP. Cit P 881**.**

ونظريات الحوسبة والمعلومات، من أمثال جودل Kurt Gödel (١٩٠٦-١٩٧٨) وتورينغ Alan Turing (١٩١٢- ١٩٥٤) وشانون **Claude Shannon** (١٩١٦-٢٠٠١) .وكان تركيزهم على الموضوعات المتعلقة بـ إمكانية تحويل المعرفة النظرية إلى معرفة رمزية، وتمثيل الأفكار والعمليات المعرفية والرياضية المعقدة من خلال أنساق رمزية من خلال قواعد محددة، وفي هذا الإطار لا ننسي رؤية تورينج الثورية المعلوماتية التي لفتت الأنظار وأحدثت ضجة كبرى في أواخر الأربعينات من القرن الماضي – بعيدًا عن موقف سيمون ونويل – وهي: افتراضه أنه يمكن تمثيل المعرفة البشرية من خلال أنظمة رمزية قادرة على التفكير وحل المشكلات تمامًا مثل العقل البشري، وربما هو ما ساعد في نقل وظيفة وهدف الحواسيب الرقمية في تلك الفترة من حل المسائل الحسابية البسيطة إلى آلة قادرة على التفكير والقيام بمهام العقل البشري [1].

وإذا ما بحثنا في طبيعة عمل نيويل وسيمون في تلك الفترة والفترة السابقة على ظهور البرنامج، نجد أنهما كانا غير منشغلين بالبحث في تحليل نظريات أو مسائل المنطق الرياضي - على الرغم من أنها الهدف العام للبرنامج - ، لكن اشتهار مسائل المنطق الرياضي، ومحاولتهم تخطي الطريقة القديمة في حل المسائل الرياضية التقليدية دفعتهم نحو التركيز على المنطق الرياضي، ولم يجدوا هنا أفضل من كتاب principia للتطبيق عليه، وهنا يقول سيمون :

> **"يقوم برنامج LT " مُنظّر المنطق" على أساس كتاب البرينكيبيا، وقد تأكدت من ذلك لوجود نسخة لديّ منه، والحقيقة أنه لم تكن هناك نية لتطبيق البرنامج على المنطق الرياضي بشكل عام، بل إن حتي نسق البرينكيبيا ذاته أصبح تقليديًا، وقد يكون غير مناسب، إلا أن الغرض هنا لم يكن يهدف إلى حل المسائل الموجودة في النسق بدقة، بقدر ما كان الغرض هو إثبات قدرة البرنامج والحاسب عمومًا في حل مسائل ومشكلات غير المشكلات الرقمية والحسابية القديمة المعتاد عليها، ومحاولة إدخال الجانب الاستدلالي، والتعامل مع المسائل التي تحتاج لطرق الاستدلال البشري المتعارف عليها"**[2] .

وفي عام ١٩٥٥ انضم نيويل إلى معهد كارنيجي للتكنولوجيا البحثي، وفي الوقت نفسه التحق بالعمل في مؤسسة راند RAND (مؤسسة علمية سياسية معلوماتية أمريكية، تهدف إلى توظيف الكوادر البحثية والاستفادة منها عمليًا)، وما لبث نيويل أن كوّن فريق بحثي متكامل من " نيويل وسيمون ومبرمج الأنظمة في مؤسة راند في ذلك الوقيت جون كليفورد شو John Clifford Shaw للاستفادة من خبراته في البرمجة، وذلك للانطلاق نحو مشروعه البحثي "حل المشكلات آليًا" [3]. وعلى الرغم من وجود فريق بحثي متكامل إلا أن كلًا من سيمون ونيويل هما المضطلعين بكافة خطوات بناء البرنامج من الناحية المعرفية والنظرية والبحثية، في حين اختُزل دور شو في الجانب التقني المتعلق بخطوات البرمجة فقط .

وفي يوم ١٥ يناير ١٩٦٥ أعلنا عن برنامجهما The Logic Theorist في ورقة بحثية تحت عنوان "**The Logic Theory Machine**"، وفي صيف العام نفسه أصبح البرنامج قابلًا للتشغيل [4]. فما مهام هذا البرنامج، وما آلية عمله، والفرق بين الشقين: الشق المنطقي والشق الحاسوبي التقني للبرنامج ؟....

---

[1]) Ipid , P 880 .
[2]) Herbert A. Simon(1998)**:"Allen Newell: 1927-1992** "،OP. Cit, P 68 .
[3]) Herbert A. Simon(1998)**:"Allen Newell: 1927-1992** "،OP. Cit, PP 67 - 68 .
[4]) Ipid, P 68 .

٢-اللغة المنطقية للبرنامج:

اعتمد البرنامج على آلية منطقية واضحة سواء من حيث البناء والتصميم، أو من حيث طريقة العمل، فقد حاول نيويل إضفاء بعض المفاهيم المنطقية وهذه الآلية اتضحت من خلال الثلاثة طرق الآتية [١]:

- البحث الاستدلالي: أي الاعتماد على الطريقة الاستدلالية المنطقية .
- التمثيل الرمزي: أي استخدام العلاقات والتمثيلات الرمزية "سنتطرق لها تفصيلًا" .
- حل المشكلات بشكل تفاعلي: وذل من خلال مفاهيم الذكاء التقنية"وهو ما يحسب ليويل وسيمون" التي تسهل من عملية التفاعل بين الطرق البشرية في معالجة المسائل والطريقة الذكية للبرنامج .

تم وضع تصورًا لنسق منطقي للبرنامج من قبل نيويل وسيمون، وهو كالآتي [٢]:

أ- المتغيرات Variables - تم الإشارة للمتغيرت بالرموز : p,q,r,…A,B,C,…

وهنا تمييز بين نوعين من المتغيرات؛ المتغيرات A,B,C والتي قد تستخدم للإشارة لأى عنصر بعينه أو مسألة مستقلة، أما المتغيرات p,q,r فهي التي سيتم استخدامها بالاعتماد على الثوابت المنطقية أو في حالة الاعتماد على أكثر من متغير [٣].

ب- الثوابت / الروابط Connectives - استخدم ثلاثة ثوابت أساسية هي:

(– للسلب) ، (∨ للفصل) ، (→ اللزوم) .

وقد أكد نيويل أيضًا – كما هو متعارف عليه منطقيًا – أن السلب والفصل هي ثوابت أولية، بينما التضمن يحتاج لتعريف، وقد وضع التعريف المنطقي:

$$p \rightarrow q = Def \ -p \vee q$$

ج- البديهيات Axioms - تم الاعتماد على خمس بديهيات هي:

1. $p \vee p \rightarrow p$
2. $p \rightarrow q \vee p$
3. $p \vee q \rightarrow q \vee p$
4. $p \vee q \vee r \rightarrow q \vee p \vee r$
5. $p \rightarrow q \rightarrow r \vee p \rightarrow r \vee q$

---

[1]) **The Birth of the First AI Program: The Logic Theorist (1957)**: article in askpromotheus.ai, Tech News: Artificial Intelligence, Block Chain, Robotics .

[2]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" RAND Corporation, USA, p25 .

[3]) Einar Stefferud (1963):" **The Logic Theory Machine : A Model Heuristig Program**", RAND Corporation, USA, P 3.

وقد اعتبر نيويل أن هذه البديهيات سيتم تخزينها أو وضعها "كقائمة" في الذاكرة الخاصة بالتخزين للبرنامج مع المتغيرات الأولية، لأنها ستكون متكررة في الاستخدام .

د- أكواد أساسية- أشار نيويل إلى مجموعة من الأكواد المختصرة في البرنامج، من أهمها[٢]:

- X ⇐ وتعني التعبير المنطقي logic expression .
- E ⇐ وتعني العناصر الموجودة في نظرية ما أو مسألة elements .
- V ⇐ وتعني العناصر هل هي متغيرات Variables أم لا .
- C للإشارة إلى نوع الثابت Connective مثل الفصل واللزوم .
- P ⇐ وتعني وظيفة position العنصر في النظرية .
- N ⇐ وتعني مسمى name العنصر في النظرية .
- G ⇐ وتعني عدد علامات النفي الموجود في العبارات المنطقية موضوع المعالجة .
- U ⇐ وتعني الإشارة إلى أن هذا العنصر يمكن التعامل معه كوحدة unit أو مسألة مستقلة .
- A ⇐ وتشير إلى موقع location المسألة في الذاكرة " أي في أي ذاكرة يمكن تخزينه"، وكما سبق أشرنا لأكثر من نوع من ذاكرة البرنامج .
- F ⇐ وتشير إلى حالة المتغير الموجود في العبارة، هل هو متغير حر free أم متغير مرتبط بالثوابت المنطقية، وقد ميز نيويل بين هذين النوعين .
- J ⇐ وتشير إلى مجموعة المتغيرات المميزة distinct Variables ، والتي قد يكون لها الدور الأهم في النظرية، مثل المتغيرات (p,q) .

هـ- المعالجة المنطقية [٢]: وفيما يتعلق بالمعالجة يتم وضع المسألة أو النظرية المراد معالجتها أولًا في الذاكرة الأولية، لتحديد عناصرها، ثم يقوم بنقل تلك العناصر إلى الذاكرة القوية، بحيث يتم تقسيم المعلومات إلى قوائم فرعية وتحليل كل قائمة مستقلة .

كما أن البرنامج يتبع الطريقة الهرمية في عملية المعالجة، بحيث يمتلك ثلاث مستويات من المعالجة؛ **المستوى الأول** يقوم بتقسيم المعلومات إلى عناصر فرعية، ويحلل كل عنصر بقوائمه الخاصة، وهو أشبه بطريقة الروتينات (آلية لتقسيم العناصر من مفاهيم عامة إلى مفاهيم فرعية بسيطة" المعروفة في البرمجة . **أما المستوى الثاني** من المعالجة، يسمى "الأساليب"، بحيث يكون لكل عنصر مطلوب معالجته أسلوب خاص بمعالجته، ويشتمل هذا المستوى على أربع أساليب منطقية أساسية، بحيث تقوم المعالجة في هذا المستوى بالاعتماد على أحد **لديّ** الأساليب الآتية [٣]:

- **الاستبدال**: وهي قاعدة متعارف عليها منطقيًا، وفيها يتم التعامل مع جزء معين من المسألة، من خلال تبديل بعض العناصر (المتغيرات والثوابت) الموجودة في المسألة ومن خلال الاعتماد علي البديهيات، بطريقة تسمح بمعالجة المسألة بشكل صحيح .

---

[1]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit, PP 10 - 11 .
[2]) Leo Gugerty (2006**):** OP. Cit, P 882 .
[3]) Ipid, PP 882 - 883 .

- **الانفصال**: وهذا الأسلوب مرتبط باللزوم بين العبارات، ويعني: إذا كنا نهدف للبرهنة على النظرية B مثلًا، وهناك بديهية تؤكد على أن A يلزم عنها A و B ، فإن النظرية B هنا تكون مبرهنة "صحيحة" .
- أي أن: **If : A → B . A then B proved**
- وهنا يوضح نيويل أنه إذا كان الهدف إثبات نظرية ما، ولتكن (B) فإنه بوضع أو تثبيت أي نظرية أخرى مبرهنة أو مثبتة في الذاكرة حتي لو بها نظريات أخرى مثل (A)، فإنه بشكل تلقائي من خلال التعويض أو الاستبدال واللزوم يمكن البرهنة على (B) .
- **التسلسل الأمامي:** وهذا الأسلوب يستخد ما يسمي بـ "اللزوم والتعدي"، بمعنى أنه إذا كان A يلزم عنها B و B يلزه عنها C فإن A يلزم عنها C . أي أن: وهذا الأمر متعارف عليه منطقيًا .
- **التسلسل الخلفي**: وهو عكس السابق، بمعنى A يلزم عنها C في حالة أنه إذا كان A يلزم عنها B و B يلزمعنها C .

وفي حالة اعتماد البرنامج في عملية المعالجة على الأساليب الأربعة السابقة بشكل كامل معًا في معالجة كل نظرية أو مسألة، فإن المعالجة هنا ترتقي لأعلى مستوى لها، وهو **المستوى الثالث "الأعلي".**

ومن خلال تلك البديهيات ومجموعة القواعد المنطقية المستخدمة في عملية المعالجة يمكن البرهنة على النظريات أو المسائل، وفي عملية تجريبية أولية أشار نيويل أنه يمكن البرهنة على المثال الآتي في البرنامج: $P \vee - P \rightarrow - P$ [1].

وذلك من خلال خطوات ثلاثة يقوم بها:

١- من خلال الاعتماد على البديهية رقم ١ المُخزنة في الذاكرة : $p \vee p \rightarrow p$

٢- باستخدام التعويض ؛ ووضع p- بدلًا من p : $p - \vee - p \rightarrow - p$

٣- باستخدام الاستبدال في اليسار : تكون $P \vee - P \rightarrow - P$

وهذه الخطوات متعارف عليها منطقيًا، وهي إثبات أو برهنة علي عبارة أو قضية من خلال استخدام البديهيات والتعريفات وقواعد الاستدلال، ولكن الجديد هنا أن ذلك سيتم في ذاكرة البرنامج، وذلك من خلال وضع البديهيات والتعريفات "المعطيات"، فضلًا عن طريقة العمل الخوارزمية والتسلسلية للبرنامج والمتعارف عليها في أي برنامج حاسوبي.

٣- آلية عمل البرنامج "تقنيًا"

يعمل هذا البرنامج بطريقة شبكية في عملية المعالجة، مرتبطًا بالقواعد المنطقية، مع ضرورة استخدام المفاهيم التقنية المتداولة في البرمج، وهو ما يتضح فيما يلي؛

[1]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit, p26 .

أ-المعالجة التقنية نظريًا:

في البداية أدرك نيويل أن التعامل مع البرنامج وفق الذاكرة الموجودة في الحواسيب المتاحة معهم سيكون صعبًا، وذلك لأن الذاكرة المتاحة عندهم صغيرة، وقد لا تتحمل سوى بعض الكلمات، كما أن الأجهزة لا تسمح بتخصيص ذاكرة مستقلة لتحمل المسائل التي سيعالجها البرنامج، وهنا كان التوجه نحو تصميم لغة معالجة للغات الطبيعية (وهو أمر ليس بالصعب لنيويل وشو)، حيث تقوم تلك اللغة باختزال المعلومات وتخزينها وتوزيعها في الذاكرة على هيئة قوائم بطريقة ديناميكية غير منغلقة "توسيع للذاكرة" يمكن استدعائها بسهولة عند الحاجة، وهنا صمم نيويل وشو لغة معالجة جديدة خصيصًا للبرنامج وهي لغة (IPL) [1] .

وهذا الاختصار هو اختصار للمصطلح اللغوي الحاسوبي : لغة معالجة القوائم list-processing language (إحدي لغات المعالجة الحاسوبية المعتمدة)، تلك اللغة هي ما تجعل البرنامج الإليكترونية أكثر مرونة، وقد تميزت تلك اللغة ببناء آليات عامة ومتخصصة لحل المشكلات بشكل عام، وهو ما أفاد بعد ذلك في مجالات حاسوبية أخري، لامتلاكها القدرة علي: بناء القوائم الصفرية، وتحديد المخططات الفرعية، وتصميم الذاكرة الديناميكية (المرنة)، كما أنها أصبحت القاعدة التي بني عليها مكارثي لغة البرمجة الشهيرة والقياسية للذكاء الاصطناعي بعد ذلك عام ١٩٥٨ [2].

وقد كانت تلك اللغة أساسًا لعدد من المشروعات في الذكاء الاصطناعي بعد ذلك، وهي ليست لغة برمجة تعمل بشكل عام لغة، وإنما متخصصة في تصميم الأنظمة والتطبيقات الذكية، في تنظيم القوائم والمخططات للبرنامج، وتوجيه عقل البرنامج لحل المشكلات بل وممارسة الألعاب في بعض الأحيان مثل لعبة الشطرنج [3].

ومن هذه اللغة أصبح البرنامج (LT) عبارة عن نظام معالجة للمعلومات المعقدة، متخصص "وفقًا للمعلومات الموجودة" في مجال المنطق الرياضي، حيث يقوم البرنامج في آلية عمله على شقين من آلية العمل. **المبادئ التقنية** لعمل البرنامج، وهي[4] :

- مجموعة من الخوارزميات المستخدمة في برامج الحوسبة بشكل عام.
- مجموعة من الأساليب الاستدلالية التي تشبه الاستدلال لبشري.
- مجموعة الأكواد التي تشبه الأكواد الرقمية المستخدمة في البرامج الحاسوبية الأخري.
- البيانات المُعطاة "فيما يخص المحتوى" في المنطق الرياضي.

ووفقًا للمعطيات السابقة يقوم البرنامج ببناء براهين أو أدلة يستدل من خلال مقدمات أو بديهيات أي نظرية أو مسألة منطقية لينتقل منها إلى النتائج أو البراهين – وهو أشبه بطريقة البرهنة التقليدية – ليثبت النظرية في النهاية بشكل أسرع وأكثر دقة.

---

[1]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit, pp 68 – 69 .

[2]) Ibid , p 70.

[3]) Daniel G. Bobrow and Dertram Raphael (1963):"**A comparison list-processing Computer language**" RAND, USA, P 11. .

[4])Herbert A. Simon(1998)**:"Allen Newell: 1927-1992** "،OP. Cit, P 68 .

هذا عن المبادئ التقنية للبرنامج، أما الشق الثاني من آلية عمل البرنامج، فهي **"المبادئ المنطقية"** النظرية التي يقوم عليها البرنامج، وهي كالآتي[1]:

- التفكير الذي ستقوم به الآلة هو بمثابة "معالجة" للرموز المحفوظة في الذاكرتين القصيرة والطويلة المدي "سنشير إليهما لاحقًا"، وهذه الرموز مجردة وليست حسية.
- هذه الرموز تحمل المعلومات وتعبر عنها "بصورة رمزية".
- يتم تمثيل هذه الرموز "الحاملة للمعلومات" بشكل هرمي، كما هو متعارف عليه منطقيًا بتقسيم العناصر إلى عناصر رئيسة وعناصر فرعية.
- تتعدد أساليب الاستدلال لحل الإشكاليات الأكثر تعقيدًا، وفي بعض الحالات الصعبة قد يستخدم البرنامج الطريقة العكسية بالانتقال من المسألة ذاتها إلى القواعد الاستدلالية ومحاولة استخدام القواعد التجريبية المختلفة للحلول الممختلفة للمسألة الواحدة.

كل القواعد السابقة، أكد نيويل وسيمون أنها ليست من وضعهما، وإنما هي معروفة منطقيًا، ودورهما هو دمج وتطبيق تلك القواعد على المعالجة التقنية التي صمماها في البرنامج [2].

ب- ذاكرة البرنامج: أما عن **ذاكرة البرنامج**، فقد تم الربط بينها وبين الشق المنطقي بشكل كبير؛ فقد صممها نيويل على هيئة مجموعة من القوائم المنطقية Logical Models ، وقد ميز نيويل بين نوعين أساسيين من الذاكرة في البرنامج[3]:

- **ذاكرة التخزين المؤقت "ذاكرة العمل Working memory"** ؛ وهي التي تستخدم بشكل متكرر، ويتم فيها معالجة المسائل المباشرة التي تشتمل على عنصر واحد فقط، وقد يتم تقسيم هذه الذاكرة الأولية إلى ثلاث ذاكرات بسيطة .
- **ذاكرة التخزين العامة "عقل البرنامج Storage memory"**؛ وهي التي تتعامل مع المسائل أو النظريات الأكثر تعقيدًا، كما يتم فيها تخزين المعطيات والبديهيات والنظريات الأولية، التي سيعمل عليها البرنامج فيما بعد، وفكرة القوائم مفعلة أكثر في هذا النوع من الذاكرة، بحيث تشتمل كل قائمة على عناصر معينة غير الأخرى.

ج- المعالجة التقنية عمليًا: في البداية وضح نيويل هنا آلية مهمة في انتقال العناصر أو المسائل بين الذاكرتين[4]؛ حيث إن المعلومات المراد معالجتها، ينبغي أن تنتقل من ذاكرة التخزين العامة إلى ذاكرة العمل بحيث يتم معالجتها، وفق طرق التقسيم والقوائم المنطقية الموجودة في البرنامج، وهنا يكمن دور ذاكرة العمل، بأنها تأخذ العنصر المراد معالجته، وليكن (E) وتحاول تحليله وإضافة مساحة جديدة لعناصر أخري ناتجة عن هذا التحليل، ولتكن (H,J,K)، وبذلك تعمل ذاكرة العمل بالطريقة الآتية [5]:

---

[1]) **Leo Gugerty** (2006**):** OP. Cit, P 881 .
[2]) Ipid , p881 .
[3]) Ipid , PP 882 - 883 .
[4]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit, P 11 .
[5]) Ipid, P 11 .

وبعد معالجة العناصر الأولية في ذاكرة العمل يتم وضع عنوان لكل عنصر IP "وهو بروتوكول تقني معروف في البرمجة"خاص به، بحيث يمكن الرجوع له في أي وقت في قائمة العناصر المحفوظة في ذاكرة البرنامج.

أما ذاكرة التخزين فهي تتكون من مجموعة من القوائم المنطقية التي تحتوي علي محتويات مختلفة عن ذاكرة العمل، وهي ثلاثة محتويات[1]:

- قائمة النظريات T المعالجة من قبل ذاكرة العمل "والمحدد لها عنوان IP لسهولة الوصول إليها.
- قائمة المسائل النشطة P "التي لازالت تحتاج لمعالجة".
- قائمة المسائل غير النشطة Q.

وعن تصنيف القوائم داخل ذاكرة البرنامج، نجد أن لكل مجموعة عناصر أو معلومات متشابهة رمز معين مثل (الرمز A) ويتم وضع المعلومات بترتيب عشوائي، لأنه يمكن بسهولة الوصول إليه بعد ذلك، وفقًا لعنوان IP الخاص به، فمثلًا نضع النظرية رقم (1.7) X مثلًا في ذاكرة التخزين هكذا:

X (1.7)

q, RL	-p, L	v , R	→none	-p ,RR

الرموز الموجودة هنا، تشير إلى متغيرات أو ثوابت العناصر المخزنة، وعناوين الIP الخاصة بكل عنصر.

ويدخل في المعالجة التقنية أمر هام أيضًا وهي **فكرة الروتين أو الروتين في البرمجة programing routine** "ويقصد بها: " سلسلة من التعليمات المتعارف عليها في البرامج، وتكون علي هيئة أكواد أو رموز، بحيث تشير هذه الرموز إلى عمليات بعينها وتنفيذ مهام محددة داخل البرنامج، فهي بمثابة إجراءات أو دوال تنفذ مهام محددة من خلال معطيات موجودة بها، ومن أبرز هذه المهام مهمة التقسيم للعناصر العامة إلى أجزاء فرعية [2]. وهناك أنواع متعددة من الروتينات في البرامج، طبقًا لطبيعة كل برنامج، وطبقًا للمحتوى الذي يعالجه كل برنامج .

وقد أشار نيويل في حديثه عن مُنظّر المنطق إلى مجموعة من الروتينات، وهذه الروتينات هي التي تقوم بدور الاختصارات والإشارة إلى المهام البرمجية، وقد اعتبرها نيويل

---

[1]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit PP 11-12 .

[2] **) ROUTINE AND SUBROUTINE**, ARTICLE IN : HTTPS : // THE CODEST . CO /DICTIONARY/ROUTINE-AND-SUBROUTINE .

أنها **روتينات برمجية عامة** تصلح لمُنظّر المنطق وغيره في إطار فكرة الآلة عمومًا، ومن أهمها ما يأتي [1]:

- T : يشير هذا الروتين إلى إجراء الاختبار test للعنصر
- LM c : يشير هذا الروتين إلى أن هذا العنصر متطابق recursion of matching مع العنصر الذي يليه في نفس المسألة .
- Sb y : يشير هذا الروتين إلى استبدال العنصر y بالعنصر x .
- Sb x : وهذا عكس الروتين السابق، حيث يشير إلى استبدال العنصر x بالعنصر y .
- CN : يشير هذا الروتين إلى المقارنة compare بين المتغيرات y ، x .
- Rp : يشير هذا الروتين إلى استبدال الثوابت replace connectives في بعض الأحوال إن كان ذلك ممكناً possible .

د- البرهنة[2]؛ من خلال تلك الروتينات والمبادئ المنطقية المحفوظة في الذاكرة يقوم البرنامج بعملية البرهنة، بحيث تتم هذه البرهنة بالاعتماد على إجرائين أساسيين؛

- "التخزين" أي وضع المعلومات والعناصر المطلوب البرهنة عليها في الذاكرة حسب طبيعتها - فكل ذاكرة منوطة بنوع معين من المعلومات – كما وضحنا .
- الخطوات الفنية: وهي مجموعة من الخطوات المعتمدة على معطيات بديهية موجودة في الذاكرة، ومجموعة مفاهيم برمجية ، وذلك كالتالي:

مثال: في حالة البرهنة على المسألة 2.01 : $P \vee - P \rightarrow - P$

وقد أوضحنا البرهنة عليها منطقيًا، لكن الخطوات التقنية الموجودة في البرنامج ستكون كالتالي:

١- **اختبار التشابه similarity testing** ويعني اختيار البديهيات المناسبة للمسألة المطلوب معالجتها؛ وهي البديهيات أو المتغيرات المنطقية التي تتشابه إلى حد كبير مع الموضوع الذي يتم البرهنة عليه، ويتم هذا الاختبار وفق واعد محددة؛ وهي ثلاثة قواعد لإجراء اختبار التشابه؛

- **K** ويشير بها إلى عدد المستويات الموجودة في التعبير المنطقي أو المسألة المنطقية، والمستويات تعني التعبيرات المنطقية الصغيرة التي تقع بين الثوابت أو الروابط.
- **J** ويشير بها إلى عدد المتغيرات المميزة في المسألة.
- **H** ويشير بها إلى عدد المتغيرات ذاتها.

مثال: قواعد إجراء اختبار التشابه على المثال السابق : 2.01 : $P \vee - P \rightarrow - P$

تعني أن K = 3، وJ = 1 ، وH = 3 أي أن اختبار التشابه هنا نتيجته هي **D = (3.1.3)** ، وهذه النتيجة التي تم التوصل إليها يتم تخزينها كمُعطى رمزي لتسهيل الوصول إلى هذا العنصر بعد ذلك في مسائل أخرى [3].

---

[1]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit, P 29 .

[2]) Ipid, PP 30-31 .

[3]) Ipid, P 31 .

٢- في حالة الوصل إلى بديهيات مشابهة للمسألة، يتم البحث في المتغيرات المنطقية الموجودة أيضًا لمحاولة الاستفادة منها في البرهنة، وفي حالة عدم وجود تشابه أو تطابق تكون هذه الخطوة قد فشلت، ويحاول البرنامج البحث عن بديهيات أخري وإجراء نفس الخطوات.

٣-**اختبار التشابهية الفرعي؛** وهذه الخطوة منبثقة من خطوة اختبار التشابه العام، وتتم في حالة التوصل إلى بديهيات أو تعريفات مشابهة للمسألة التي تتم البرهنة عليها، وهي خطوة في صميم عمل البرنامج، حيث يقوم بالبرهنة أولًا على العناصر "الفرعية" – بعد تقسيم العناصر العامة في الذاكرة -وإضافة رموز وروتينات برمجية له لسهولة استدعاءها بعد ذلك، وهنا نرجع للمثال نفسه:

$$P \vee - P \rightarrow - P : 2.01$$

إذا قسمنا هذه العبارة المنطقية نجد؛ أن لها شق أيسر وهو $(P \vee - P)$ ويرمز له بـ DR ، وشق أيمن وهو $(- P)$ ويرمز له بـ DL وبينهما رابط رئيس وهو $(\rightarrow)$ ، وبإجراء اختبار التشابه علي شقيّ العبارة، نجد أنه سيكون : **DR =(1,1,1) , DL =(2,1,2)**

وبتحليل هذا الاختبار الفرعي، نجد أن المتغيرات الفرعية (x,y) النابعة من المتغيرات العامة لهذه المسألة (p,q) متشابهين إذا كانت لديهم صفات التطابق في الشقين الأيسر والأيمن، أي أنه في حالة: DL(x)=DL(y) , DR(x)=DR(y)

وبعد إجراء اختبار التشابه العام والفرعي، يقر نيويل نوعًا جديدًا من التشابه، وهو التشابه بين نظريتين، فإذا كانت المعلومات الأساسية والمعلومات الفرعية للمسألة أو العبارة المنطقية أمكن التوصل لشبيه موجود لها. إذن هذه المسألة لها شبيه في ذاكرة البرنامج، ويمكن البرهنة عليها بسهولة، وهنا يشير نيويل للنظريات المتشابهة بالروتين (CSm)، لتأخذ في النهاية البرهنة بالتشابه الخطوات الترتيبية الآتية: $NK + NJ + NH \Rightarrow D(R/L) \Rightarrow CSm$ [1].

هـ- العمليات التقنية للبرنامج [2]: هناك حوالي أربع وأربعون عملية تقنية تتم في مُنظّر المنطق، بحيث تقع تلك العمليات كلها في ثمانية أنواع أساسية، وهنا تم وضع مجموعة من الرموز لتشير إلى طبيعة تلك العمليات ومعناها؛

- الرمز A ويعني تعيين أو تحديد مكان عملية المعالجة.
- B ويعني الفرع الذي يندرج تحت عنصر رئيسي في ذاكرة التخزين.
- C ويعني المقارنة compare بين أكثر من عنصر.
- F للبحث أو إيجاد find العنصر.
- N للشق العددي Numerical أو الرقمي الموجود في العملية.
- S للتخزين في الذاكرة.
- T لاختبار العنصر المطلوب.

---

[1] Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit P P 32-33 .

[2]) Ipid,,P P 17-18 .

- P لصياغة العنصر أو المصطلح المطلوب معالجته.

فضلًا عن رموز أخري أشار إليها نيويل ضمنًا أثناء التطبيق، مثل : R قد تشير إلى الشق الأيمن right من القوائم الموجودة في الذاكرة، و L قد تشير إلى الشق الأيسر left من القوائم الموجودة في الذاكرة، وأيضًا M قد تشير إلى الذاكرة الرئيسة main للعنصر.

ومن خلال تلك الرموز والعلاقات يمكن بسهولة البحث والتحصل على المعلومات الموجودة في ذاكرة التخزين للبرنامج، ومن ثم نقلها لذاكرة العمل لإمكانية معالجتها .

مثال: إذا أشرنا إلى عنصر ما بالعلاقة : (FR – x – y) فهذا يعني البحث في الشق الأيمن من مجموعة العناصر x التي تندرج تحتها العناصر الفرعية y .

وفي النهاية... هل نجح هذا البرنامج؟ معظم المصادر تؤكد نجاح هذا البرنامج بشكل مبدئي، فقد استطاع البرنامج في إدى الاختبارات التجريبية التي أجريت عليه أن يبرهن على عدد كبير جدًا من المسائل المنطقية التي عرضت عليه من برينكيبيا؛ حيث عرض عليه حوالي ٥٠ مسألة استطاع إثبات حوالي ٧٣ % منهم بشكل صحيح وذلك في دقائق بسيطة، وهو ما يثبت النجاح الأولي للبرنامج [1]. وقد أكد نيويل أن مجموع المسائل التي استطاع البرهنة عليها هي ٦٠ مسألة منطقية مع بعض المسائل القليلة من الفصل الثالث من الكتاب نفسه [2].

٤- مُنظّر المنطق...بين النماذج المعرفية والذكاء الاصطناعي:

بعد التطرق لطبيعة برنامج مُنظّر المنطق ومعرفة آلية بناءة وطبيعة عمله من الناحيتين المنطقية التقنية، لابد من تحديد مكانته كبرنامج يحاول -وفقًا للهدف المعلن في البداية- أن يحاكي العقل البشري في عمليات معرفية بعينها"وهي حل المسائل والبرهنة المنطقية"، وفي الوقت نفسه يقوم على خطوات برمجية وفنية دقيقة معروفة في علم الحاسوب....فما موقعه بالتحديد؟

في مقال نشره نيويل وسيمون عام ١٩٥٨ ، وضحا فيه أن عمليات المعلومات والمعالجة التي تتم في مُنظّر المنطق، لم يتم تصميمها على أنها مماثلة تمامًا لطرق التفكير البشري، كما أن القوائم وطرق التحكم الموجودة في البرنامج لا يمكن تخيلها بشريًا، وبالتالي ونظرًا لطريقة البرنامج الذكية، ومن ناحية أخرى فإن العمليات الموجودة تعتمد على طرق الاستدلال التقليدية التي تم إدخالها في البرنامج، بحيث يكون الهدف منها نمذجة الطريقة البشرية (أي ابتكار طريقة إلكترونية مماثلة للطريقة البشرية) في معالجة المسائل المنطقية [3].

وقد كانت الطريقتين (البشرية والإليكترونية) متشابهتين لحد كبير، فكلاهما يقوم بتقسيم المشكلات إلى عناصر فرعية، وكلاهما يبدأ بالأهداف البسيطة وينتقل منها إلى الأهداف الأصعب، وغيرها. كما أن هذه الطرق الاستدلالية لم تكن حكرًا لهذا البرنامج وحده، بل إنه قد تم استخدامها فيما بعد لأنظمة وبرامج متعددة، حتى برامج الألعاب مثل لعبة الشطرنج [4]. وربما كانت فكرة المماثلة بين الطريقة البشرية وطريقة البرنامج في حل المسائل المنطقية هي أدعى لأن يكون البرنامج ذكيًا فحسب.

---

[1]) **Leo Gugerty** (2006**):** OP. Cit, P 882 .
[2]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit,P 63 .
[3]) **Leo Gugerty** (2006**):** OP. Cit, PP 881 - 882 .
[4]) Ipid, P 882 .

ولكن في جميع الأحوال كان لهذا البرنامج "أهمية بالغة في المجالين (المعرفي الإنساني والذكائي الاصطناعي)؛ فلو نظرنا إلى الذكاء الاصطناعي، نجد أنه فقد أثبت قدرة الآلات عمليًا (لأول مرة تاريخيًا) على أداء مهام تتطلب الذكاء والاستدلال البشري، مُخالفًا بذلك الرأي السائد بأن هذه القدرات حكرٌ على البشر، وهو ما قد مهد لمزيد من البحث والتطوير في مجال الذكاء الاصطناعي في مجالات مثل التعلّم الآلي، ومعالجة اللغات الطبيعية، والروبوتات، وغيرها. أما فيما يتعلق بالناحية المعرفية؛ فقد أتاحت قدرة البرنامج على محاكاة مهارات حل المشكلات البشرية رؤىً قيّمة حول آلية عمل العقل البشري، ومهّدت الطريق لمزيد من استكشاف التقاطع بين الذكاء الاصطناعي وعلم النفس المعرفي [1].

وهو ما تؤكده Ekaterina Babintseva بنتسيفا [*] "إحدى المتخصصات في الذكاء الاصطناعي وتاريخه": إن برنامج "مُنظِّر المنطق" كان إنجازًا كبيرًا، لأنه كان أول برنامج في مجال الذكاء الاصطناعي الرمزي، الذي يستخدم الرموز أو المفاهيم، بدلًا من البيانات، لتدريب الذكاء الاصطناعي على التفكير كإنسان، وهو النهج الذي كان سائدًا في مجال الذكاء الاصطناعي حتى تسعينيات القرن الماضي، قبل أن يعيد الباحثون إحياء نهج آخر قديم وهو خوارزميات التعلم الآلي والشبكات العصبية [2].

أما عن **أثر** هذا البرنامج في الأوساط العلمية، فقد كان له أثر كبير، وذلك كما يلي[3]؛ تم تقديم البرنامج في مؤتمر علمي تكنولوجي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، فقد لفت انتباه المهتمين، وهنا حاول تشومسكي مثلًا تقديم رؤية حول فكرة اللغة التحويلية ومدى إفادتها للبرنامج، وكذلك ناقش جورج ميلر "أحد علماء النفس المعرفي ت٢٠١٢" فكرة الذاكرة الأولية "العمل" في البرنامج وكيفية معالجة القيود الموجودة بها، وقد اعتبره بمثابة ميلاد توجه جديد في علم النفس المعرفي، حيث سيساعد البرنامج بشكل كبير في تكوين الخطط المعرفية المنظمة لتوجيه السلوك لحل الإشكاليات، وذلك وفقًا لأفكار نيويل وسيمون، كما اعتمد ميلر وآخرون في مراحل لاحقة على فكرة الاستدلال "المأخوذة من نيويل" كطريقة لبناء نماذج لحل الإشكاليات عمومًا، من خلال تحليل المعلومات وتبسيط الأفكار، كما ساعد البرنامج بعد ذلك في تطوير فكرة التمثيل الذهني "أي التمثيل الرمزي للواقع الخارجي داخل الذهن الإنساني"، بحيث يقوم هذا التمثيل على تحويل الرموز الذهنية غير النمطية لتوجيه العقل البشري لمعالجة مسألة ما.

وفي نهاية هذا الحديث النظري عن مكانة وأهمية هذا البرنامج، لابد من الوقوف على **تقييم عام** للبرنامج، سواء من الناحية المنطقية ومدى نجاحه، أو من حيث الهدف المعلن من

---

[1]) **The Birth of the First AI Program: The Logic Theorist (1957)**: article in askpromotheus.ai, Tech News: Artificial Intelligence, BlockChain, Robotics .

[*]) البروفيسورة إيكاترينا بابنتسيفا مؤرخة للعلوم والتكنولوجيا، تعمل على مشروع علمي يتناول الذكاء الاصطناعي في منتصف القرن العشرين من خلال دراسة تاريخ الحوسبة السوفيتية والأمريكية، ومن أهم كتبها الكتاب **"أحلام العصر السيبراني"، "التعلم باستخدام الآلات في الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي"** ، وتعد من أهم من قدموا قدموا مساهمات مهمة في مناهج الذكاء الاصطناعي ودراسته .

راجع المقالة : https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F

[2])SARAH SLOAT(2023): "**The Logic Theorist started a discussion that continues today—can a machine be intelligent like us?**", article in popural scince .

[3]) **Leo Gugerty** (2006)**:** OP. Cit, PP 883 - 884 .

نيويل وسيمون وهو الربط بين الشق المعرفي الإنساني والشق الآلي في تناول وحل المشكلات، وهنا نجد مجموعة من الملاحظات[1]:

- تم تصميم البرنامج في الأصل للبرهنة على بعض مسائل المنطق الرمزي " وقد نجح نسبيًا".
- البرنامج يقوم بشكل كلي على فكرة التسلسل الهرمي " أي تناول الإشكاليات بتفصيلها إلى فروع" ومحاولة كل فرع بسيط على حده.
- اقتصر نيويل وسيمون في الأوراق البحثية التي رضا فيها لهذا المشروع على تقديم الجانب الوصفي دون الدخول في الناحية المجردة أو المعقدة في عملية معالجة المعلومات.
- البرنامج لا يقدم طرق تضمن إجراء عملية البرهنة على النظريات بشكل مستمر، فكل مسألة لها ظروفها، وليس هناك قواعد أساسية لحل كافة المسائل.
- القواعد وطرق الاستدلال المحفوظة في البرنامج بسيطة جدًا مقارنة بتلك التي يستخدمها عالم المنطق البشري في التعامل مع المسائل المنطقية، فعلى سبيل المثال لا توجد فكرة الجمع أو الضرب المنطقي في البرنامج.
- يستخدم البرنامج اختبار التشابه والمطابقة similarity – testing في عملية البحث في كل خطوات المعالجة لحصول على المعلومات.
- مُنظّر المنطق يعد نموذجًا جيدًا في معالجة المعلومات، لكن مازال يحتاج لمزيد من التعليمات البرمجية والإعدادات المنطقية، تجعله قادرًا على معالجة المعلومات بشكل أبسط وأدق في مراحل لاحقة.

تلك التقييمات أشار إلى معظمها نيويل وسيمون أنفسهم في نهاية كتباتهما عن البرنامج، لذا فقد كانا في محاولات مستمرة لتطوير فكرة هذا البرنامج وغيره من أنظمة المعالجة، وهنا نجد أنه ليس من الغريب بعد حوالي ١٦ عام من إطلاق برنامج، نجد محاولات لإجراء بعض التعديلات عليه. فقد واصل نيويل وسيمون عملهما على برامج معالجة المعلومات لحل المشكلات، فقد نشرا في كتابهما **"حل المشكلات البشرية"** عام ١٩٧٢ إمكانية استخدام طرق وصياغات جديدة لمنظّر المنطق وخاصة فيما يتعلق بفكرة النمذجة المعرفية عمومًا.

وأخيرًا لا تزال هناك تغييرات أخرى في هياكل فكرة النمذجة المعرفية بشكل عام ومحاولات لتطويرها، ومن أهم هذه التغييرات التحول من الرموز اللانمطية إلى رموز تتضمن تمثيلات حسية-حركية (مثل بارسالو، ١٩٩٩)، ومحاولة دمج الاستجابات العاطفية واستجابات التوتر التقليدية في النماذج المعرفية.

كما أن طريقة نيويل وسيمون في كتاب "مُنظّر المنطق" أن برنامج معالجة المعلومات يمكنه معالجة الرموز لأداء مهام حل مشكلات معقدة لا يزال ينعكس في النمذجة المعرفية الحالية، كما أن استخدامهما للأساليب التجريبية كجوهر لبرامج معالجة المعلومات هذه لا يزال له تأثيره [2]. تلك كانت محاولة أولى من قبل نيويل وسيمون في تصميم آلة أو برنامج لحل المشكلات، لكن لم يتوقف هذا الطموح، بل تطور ليحاولا تطبيق هذه الفكرة في آلة أو برنامج أكبر بمفهوم أعم وبإمكانيات أكثر، فكان ذلك في برنامج GPS لحل المشكلات العامة، فما

---

[1]) Allen Newell and Herbert Simon (1956):" **The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System**" , OP. Cit, PP 62-63 .

[2]) **Leo Gugerty** (2006)**:** OP. Cit, P 884 .

طبيعة هذا البرنامج، وما أهميته، وهل حقق ما لم يحقق LT ؟ هو ما نحاول عرضه في الجزء التالي...

ثانيًا - برنامج "GPS"

١- تاريخ البرنامج

في إطار المشروع البحثي الذي كان قائمًا في تلك الحقبة، وبعد عام واحد فقط من طرح برنامج مُنظّر المنطق "الذي حقق نجاحًا من وجهة نظر نيويل"، وفي عام ١٩٥٧ رأى كل من نيويل وسيمون إمكانية تطوير رؤيتهما، وبدلًا من بناء برنامج قادر على حل مسائل ومشكلات بعينها، من الممكن بناء برنامج جديد أكثر طموحًا قادرًا على مشكلات متعددة وفي موضوعات مختلفة، ويكون أكثر مرونة وهو "GPS" ؛ اختصارًا لـ (General Problem Solver) أي برنامج حل المشكلات العامة، معتمدين في عرضهم لهذا البرنامج على بعض المفاهيم الرياضية مثل التحليل والتبسيط، والمنطقية مثل المنهجية الاستدلالية والمنهجية الفيزيائية مثل "الزمكان"، وغيرها من الطرق المعرفية الأخري [١]. إذ كان الهدف منه هو محاكاة العقل البشري بشكل عام، دون الوقوف على مهام أو نقاط بعينها.

وقد ظهرت فكرة هذا المشروع أيضًا في معهد كارنيجي للتكنولوجيا في إطار المشروع الضخم الذي كان مطروحًا في هذا التوقيت تحت مسمى **"السلوك التنظيمي"** وفحواه تمثيل السلوك البشري بطريقة اصطناعية وهي الطريقة الاستدلالية المعروفة القائمة على تحليل الوسائل والغايات والتي تمت الإشارة إليها بالرمز "means-ends (M-E)"، [٢].

ـ وتعني هذه الطريقة: تقسيم المشكلة إلى مسائل فرعية أسهل، بحيث تحليل الوسائل"المعطيات" والغايات "الأهداف" من خلال أخذ الفروق بين المُعطى والمطلوب في المسألة لمحاولة الوصول للحل الأمثل، ويتم ذلك وفق استراتيجية قائمة على التجربة والخطأ، بحيث يتم فيها تحديد هدف نهائي ثم تحقيقه من خلال وضع أهداف فرعية وخطط عمل تساعد على تجاوز العقبات، ثم تُوضع الإجراءات اللازمة لتحقيق كل هدف فرعي، وفي بعض الحالات، تُقسّم الأهداف الفرعية إلى أهداف فرعية. عند تحقيق جميع الأهداف الفرعية (أو إزالة العقبات)، يكون الهدف النهائي قد تحقق [٣]. سنشير لاحقًا للأهداف.

وقد حاول نيويل وسيمون تطوير هذه النظرية في أواخر الخمسينيات وأوائل ستينيات القرن الماضي بالتوازي أيضًا مع تطويرهما نموذجًا حاسوبيًا قادرًا على محاكاة حل المشكلات البشرية، وطُرح مفهوم حل المشكلات العامة باستخدام تحليل الوسائل والغايات عام ١٩٧٢ كمشروع علمي قابل للتطبيق في كتابهما **"حل المشكلات البشرية"**، الذي كللا فيه جهود السنوات السابقة، وقد حصل نيويل وسيمون على جائزة تورينج عام ١٩٧٥ لأبحاثهما المتعلقة

---

[1])Gerald Ulrich(2019): "**The General Problem Solver (GPS) Comeback of an Undead**", Berlin, p 1 .

[2]) Herbert A. Simon(1998)**:"Allen Newell: 1927-1992** "،OP. Cit, P 70 .

[3]) GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): " **Some issues of representation in a general problem solver** " P 585 .

- also: Laura Payne(2023)**: "means-ends analysis problem solving",** article in Britannica .

بهذا الموضوع فضلًا عن أبحاثهم المتعلقة بالإدراك البشري والذكاء الاصطناعي [1] . ولم يكن نيويل وسيمون يهدفان من وراء هذا المشروع تصميم آلة قادرة على التفكير بقدر ما كانا يهدفان إلى فهم عملية التفكير من الناحية المعرفية السلوكية وتطبيقها على الآلة في صورة برنامج ذكي [2].

وفي تقديم نيويل لهذا البرنامج أكد على أن نظام GPS يهدف إلى محاولة إيجاد حلول للنظريات أو الإشكاليات بشكل عام سواء الإشكاليات الرياضية أوالبراهين المنطقية أو المسائل الكلامية وغيرها من المسائل الأخرى [3].

> **يقول نيويل: "هو نظرية أو طريقة لمحاولة حل الإشكاليات أو المسائل، والذي يرتبط بمجال معالجة المعلومات، وتكون هذه النظرية على هيئة برنامج لمعالجة المعلومات آليًا، وفيما يتعلق بتناول الفكر بشكل آلي لابد من الفصل بين فكرتين فيما يتعلق بهذا الأمر؛ فكرة الآلات التي تؤدي مهام شبيهة بالمهام البشرية، وفكرة محاكاة العمليات المعرفية البشرية؛ وهذا متعارف عليه في برامج الذكاء الاصطناعي، إلا أن برنامج GPS في طريقة عمله يجمع بين هذين الاتجاهين بشكل كبير، وهو ما يتضح في آلية عمله" [4].**

وهنا نلاحظ أن نيويل في حديثه عن فكرة حل الإشكاليات في برنامج LT يستخدم مصطلح عنصرElements للتعبير عن المشكلة أو المسألة المطلوب حلها، لأنه يتناول في برنامج LT عناصر بعينها للحل وهي العناصر المنطقية المعتادة، أما في برنامج GPS فإنه يستخدم مصطلح موضوع object اعتبارًا بأن مهمة البرنامج هي حل مشكلات عامة وليست مشكلات محددة.

إلا أن نيويل وجد أن برنامج LT يحتاج إلى شيء من التطوير، وهو ما أشار إليه في عرضه لـ GPS، حيث يقول [5]:

> **تعود فكرتنا في مجال محاولة فهم السلوك البشري ووضعه في سياقات تنظيمية تقنية إلى عام ١٩٥٥، حيث بدأنا نفكر بجدية في كيفية استخدام برامج الحاسوب لوصف هذا السلوك في حل المشكلات التقليدية، ومحاولة محاكاته بطريقة حاسوبية، وقد كان أول جهد لنا هو برنامج يُسمى "مُنظّر المنطق"، والذي يحاول البرهنة على المسائل والحسابات المنطقية، إلا أنه بعد ذلك توقفنا عند مجموعة من المشكلات الأخري: مثل التلاعب بالرموز "النظرية"غير الرقمية واستخدام النظريات بطريقة غير علمية ...وغيرها من**

---

[1]) Laura Payne(2023)**: "means-ends analysis problem solving",** article in Britannica .

[2])Newell, Shaw, and Simon (1958):" **Report on a General Problem Solving Program** " RAND Corporation, USA, p1.

[3]) Laura Payne(2023**): Op.Cit .**

[4]) A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): "**GPS, A Program that Simulates Human Thought**", Lernende automat en. Munchen, **p 109 .**

[5]) A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): Op. Cit , PP 109-110 .

المشكلات، فضلًا عن تطور مهارات التفكير الإنساني التي كان لابد من الوقوف عليها حاسوبيًا .

وفي تقرير نيويل وسيمون عن البرنامج قاما بإبراز بعض الخصائص التي تميزه عن منظر المنطق؛ فقد أكدا على أنه يوجد تمييز واضح في البرنامج بين محتوى المنطق الرمزي وأساليب حل المشكلات العامة، كما أن أساليب المعالجة ذات طبيعة عامة للغاية، وتشتمل على مفاهيم التحليل والتخطيط المعرفي والسلوكي، كما أن البرنامج يناسب قدرًا كبيرًا من سلوك الأفراد الذين لديهم بروتوكولاتٌ أو سلوكيات خاصة في عملية التفكير [1].

وعن التطور الزمني لتصميم هذا البرنامج لوحظ أن البرنامج صدر على هيئة ٧ إصدارات تشغيل أو تحديثات مختلفة، صُممت كل منها لمواجهة عقبة مختلفة، ذلك أنه كان أكثر عمومية في التعامل مع الإشكاليات والمسائل، وبالتالي كانت تظهر العديد من العقبات مع كل نظام تشغيل وهو ما كان يدعو لتحديثه بشكل مستمر، لذا ليس بغريب أن يبدأ هذا المشروع منذ عام ١٩٥٧ ويستمر في بنائه لما بعد عام ١٩٦٩ [2].

والدليل هنا أنه على الرغم من أن برنامج GPS صُمم ليكون عامًا لحل المشكلات المختلفة، إلا أنه مع الإصدارات الثلاثة الأولى لم يستطع حل سوى سوى ثلاثة أنواع مختلفة من المشكلات، ويعزى ذلك أساسًا إلى عدم كفاية إمكانيات تمثيل المعلومات أو المهام "أي تحويل المعلومات كلها لصورة رمزية" في البرنامج وذاكرته، وهو ما دعى لإصدرات أخرى لاحقًا [3].

٢- آلية عمل البرنامج

أ- الآلية النظرية العامة: إذا نظرنا إلى الآلية العامة لهذا البرنامج، نجد أنه انطلق في الأصل من الجانب النفسي المعرفي والإدراك المعرفي، الذي كان يشغل الفريق البحثي في مؤسسة راند في تلك الفترة، وهو ما ظهر في طريقة تصميم البرنامج، حيث اعتبر نيويل أن المشروع بمثابة نظرية في صورة برنامج ذكي [4].

يقوم على مجموعة من الخوارزميات " وهي المعروفة حاسوبيًا بأنها مجموعة من التعليمات المتسلسلة لحل مشكلة أو إنجاز مهمة " حيث تعمل تلك الخوارزميات على تقسيم المشكلة الأساسية وتوليد عنها مجموعة من العناصر والأهداف الفرعية، تلك الفرعيات يتم دمجها وتجميعها في النهاية لإعطاء حل أو تصور عن الموضوع النهائي، كما يطبق نظام GPS بشكل متكرر تقنيات الاستدلال في حل مشكلة معينة، ويُجري تقييمًا للوسائل والغايات بعد حل كل مشكلة فرعية لتحديد ما إذا كانت أقرب إلى الحل المقصود، ومن خلال هذه العملية، يستطيع نظام GPS إيجاد الحلول للموضوعات [5].

---

[1]) Newell, Shaw, and Simon (1958): Op. Cit, p2 .
[2]) George W. Ernst(1969): "**GPS and Decision Making: An Overview**",Op. Cit, p59 .
[3]) GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): Op. Cit, P 583 .
[4]) Ipid, P 109 .
[5]) **Laura Payne(2023): "means-ends analysis problem solving", article in Britannica .**

لكن هنا فيما يتعلق بالخوارزميات أو المعطيات الأولية التي يتم إدخالها في البرنامج تمت مراعاة أن كل الخوارزميات ليست بسيطة كما هو الحال في البرامج الحاسوبية التقليدية، لكن هنا يجب إضافة خوارزميات تكون قادرة على حل جميع المسائل التي تواجهها بطريقة ذاتية، وهي ما تعرف بـ الخوارزميات ذاتية الانعكاس self-reflexive [1].

تم تزويد مساحة الذاكرة المستخدمة في GPS عن تلك التي كانت موجودة في LT لاستيعاب كم أكبر من العناصر وتعدد طرق المعالجة الرمزية للمعلومات، كما تم إدخال طريقة المعالجة الشرطية المنطقية المعروفة في الأنساق المنطقية وهي (إذا كان – إذن If – Then)، بحيث يعمل البرنامج وفق هذه القاعدة، إذا توافرت معطيات معينة وتحققت شروط معينة أمكن الحصول على النتيجة "كما هو في القياس المنطقي" [2].

وفيما يتعلق بلغة البرمجة المعتمدة في البرنامج؛ فقد تم الاعتماد في البداية على لغة البرمجة IPL المستخدمة قبل ذلك في LT ، إلا أن تعدد المفاهيم والقوائم الفرعية الجديدة في GPS فضلًا عن التحليل الأكثر فيه، جعل هناك صعوبة في استخدام تلك اللغة، وما لبث نيويل أن اعتمد على التطويرات والتحديثات للغات البرمجة التي تم تطويرها في منتصف الستينات خاصة على يد مكارثي وإيميل بوست، وهو ما ظهر تحت مسمي لغات معالجة المعلومات (IPLs) والتي صُممت لتلبية متطلبات المرونة والتعددية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي عمومًا، وهو ما ساعد في اكتشاف واستخلاص آليات عامة لحل المشكلات، فقد قدمت تلك التحديثات للغات البرمجة العامة / المتكاملة (IPLs) العديد من الأفكار التي أصبحت أساسية للتطبيقات الحاسوبية بشكل عام، بما في ذلك:

القوائم المنطقية العامة - ،القوائم المتخصصة - الارتباطات - المخططات - الذاكرة الديناميكية – تقسيم البيانات – التكرار - الدوال ،.... إلخ [3].

ب- الآلية التطبيقية التقنية:

يتعامل البرنامج مع مجموعة الأفكار العامة أو الموضوعات الأولية البسيطة في مجالات عدة، فضلًا عن المهارت القابلة للتحويل والتغيير، ويهدف البرنامج في عمومه إلى تحقيق مهام(Goals) ثلاث رئيسة [4]:

- تحويل موضوع إلى موضوع آخر A to B .
- إيجاد الفروق وتقليلها بين الموضوعات أي إيجاد الفرق D بين الموضوع A والموضوع B ، ومحاولة تقليله لتحقيق التطابق بين الموضوعات .
- إنشاء وتطبيق ما يسمي بـ معامل التحليل Q "سنتطرق له تفصيلًا" على الموضوع A .

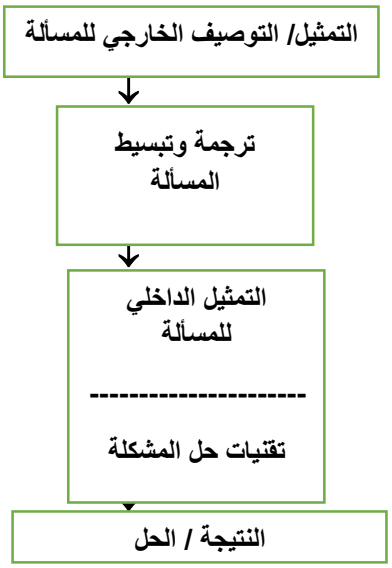
ويتم تحقيق تلك المهام أو الأهداف العامة للبرنامج وفق خطوات تقنية محددة، وضحها نيويل في أكثر من موضع في كتاباته، ومن أبرز تلك الخطوات ما يلي :

---

[1]) Gerald Ulrich(2019): Op. Cit, p 2 .
[2]) Herbert A. Simon(1998)**:"Allen Newell: 1927-1992** "،OP. Cit, PP 69-70 .
[3])Ipid , P 70 .
[4]) A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): Op. Cit , P 114 .

- **تمثيل المعلومات:** من المعروف في الذكاء الاصطناعي وهندسة المعرفة أن تمثيل المعلومات هو تحويل الأفكار والخبرات النظرية إلى تعبيرات رمزية يمكن استيعابها وتسكينها في البرنامج، وفي GPS نجد أنه يتعامل مع المسألة أو المشكلة تعاملًا هرميًا مبنيًا على فكرة تقسيم المسألة إلى مجموعة من القوائم أو والفروع؛ فمثلًا: إذا كان لدينا مسألة ما مطلوب حلها في البرنامج يقوم البرنامج بافتراض فروع أو أقسام متعددة للمشكلة الرئيسة، بحيث يكون القسم A دوره تقديم توصيف عام للمشكلة، ويكون القسم B دوره تقديم توصيف أكثر تفصيلًا وتنظيمًا للمشكلة، بينما القسم D يتناول تمثيل المشكلة والتعبير عنها بشكل رمزي في البرنامج، أما القسم E فيعطينا مثالًا ملموسًا على مهمة سابقة مشابهة تم حلها بطريقة ما، وأخيرًا في القسم F يتم فيه تلخيص النتائج ووضع الحلول المقترحة لاختيار حل مناسب وفقًا لطريقة المعالجة وطبيعة المسألة المطروحة [٢].

وهذا ما عبر عنه نيويل باعتبار أن GPS تقوم فكرته المبدئية بالتعامل مع المسألة أو المشكلة بأخذه التوصيفات أو المعطيات العامة المتاحة للمسألة باعتبارها مدخلات، وإذا ما نجح البرنامج في فهم المسألة ومعالجتها ووضع حلول مقترحة، فإن هذه الحلول تعتبر مخرجات، وهو ما تم التعبير عنه بالشكل التالي [٢]:



وفي هذا النموذج يعتبر نيويل أن التمثيل أو الوصف الخارجي للمسألة هو أمر مباشر بسيط على العكس من التمثيل الداخلي الذي يكتنفه صعوبات عديدة؛ من أهمها أنه يجب أن يكون تمثيلًا عامًا أيضًا يتناسب مع عموم المشكلات ويسهل عملية ترجمة المشكلة أو المسألة، ومن ناحية أخري يجب أن يكون محددًا بدرجة كبيرة لإنتاج الحلول بدقة تتماشي مع طبيعة كل مسألة، لذا ينبغي أن تكون عملية التمثيل الداخلي في البرنامج متماشية مع كل حالة على حده "دراسة حالة"، وهو ما يزيد من صعوبته [٣].

[1]) GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): Op. Cit , P 583 .
[2]) Ipid , P 584 .
[3]) GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): Op. Cit PP 584-585 .

وكما أوضحنا أن البرنامج في إصداراته الثلاثة الأولى لم يستطع تمثيل وحل سوى ثلاثة أنواع فقط من المشكلات، فقد جاء الإصدار الأهم للبرنامج وهو (GPS -2-5) والذي يختلف عن سابقيه في المكونات الداخلية في عملية التمثيل ليشتمل على الآتي[1]:

(الموضوعات"عناصر المسألة" + المعاملات +الفروق "بين الوسائل والغايات" + الأهداف + جدول الاتصالات "شبكة التمثيل" + ترتيب الاختلافات بين الموضوعات + تفاصيل مطابقة الموضوعات مع بعضها لإنتاج الحلول + معلومات ونتائج متنوعة.)

-اللغة المنطقية[2]:

أ- المتغيرات: تم وضع نوعين من المتغيرات؛ متغيرات أساسية وهي (P,Q,R) ومتغيرات فرعية وهي (A,B,C).

ب- الثوابت: استخدم ثوابت أساسية معتادة هي:(. للوصل) ، (– للسلب) ، (∨ للفصل) ، (⊃ التضمن/اللزوم) ، (→ شبيه باللزوم ولكن يعطي لها معنى آخر في هذا البرنامج وهو " الدلالة /تدل علي") ، (↔ للتكافؤ).

ج- قواعد التغيير أو التحويل: قام نيويل بوضع مجموعة من القواعد والتي أطلق عليها مسمى **"معاملات"**، وهي مجموعة من الفروض التي تساعد في تحويل وتبسيط العناصر مما يساعد في توليد حلول مبتكرة للمسألة. والحقيقة أن فكرة المعاملات رياضية وحاسوبية في الوقت نفسه، إلا أن نيويل تناولها في الجزء المنطقي لعرضه للبرنامج، باعتبارها قريبة من فكرة قواعد الاستدلال المنطقية المعروفة، حيث يعرض هذه المعاملات بكونها صيغ دورها الأساسي يكمن في تغيير روابط منطقية أو إضافة حد معين أو تبديل الحدود في العبارة المنطقية، وقد وضع اثني عشرة قاعدة تحويل أو معامل، وهي كالتالي[3]:

- R1 : A . B → B . A , A v B → B v A
- R2 : A ⊃ B → - B ⊃ -A
- R3 : A . A ↔ A , A v A ↔ A
- R4: A . (B . C) ↔ (A . B) . C , A v (B v C) ↔ (A v B) v C
- R5: A v B ↔ - (-A . -B)
- R6: A ⊃ B ↔ -A v B
- R7: A . (B v C) ↔ (A . B) v (A . C) , A v (B . C) ↔ (A v B) v (A v C)
- R8: A . B → A , A . B → B في حالة كونهم متغيرات أساسية
- R9: A → A v X

---

[1]) Ipid , P 587 .
[2]) A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): Op. Cit , P 110-112 .
[3]) Ipid , P 112 .

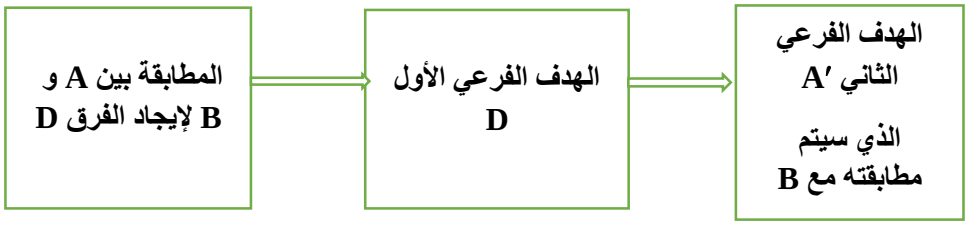
- R10: $\begin{cases} A \\ B \end{cases} \rightarrow$ A . B
- R11: $\begin{cases} A \\ B \supset B \end{cases} \rightarrow$ B
- R12: $\begin{cases} A \supset B \\ B \supset C \end{cases} \rightarrow$ A $\supset$ B

وقد بُذل جهد كبير لبناء خوارزميات تحليل فعّالة لقواعد بناء البرنامج، بحيث يكون الهدف من تلك القواعد إبراز كفاءة (GPS) كمحلل "للمشكلات"، فضلًا عن قيمة تلك الخوارزميات في توضيح الصلة بين البحث الاستدلالي والتحليل النحوي في تحليل المسألة [1].

د- الأهداف Goals: وفقًا للقواعد والرموز السابقة يمكننا الوقوف على آلية تحقيق البرنامج لمهامه، فقد أشرنا إلى ثلاثة مهام أو أهداف يهدف هذا البرنامج لتحقيقها في العموم، فكيف يستطيع تحقيقها ؟ [2]:

يمكن تحقيق الهدف ١ (تحويل موضوع A إلى موضوع آخر B) كالتالي: لتحويل الموضوع A إلى الموضوع B، تتم أولاً عملية مطابقة للموضوعين بعناصرهما الفرعية ومقارنتهما ببعضهما البعض في ذاكرة البرنامج، وإذا كشف هذا التطابق عن وجود فرق(D) بين الموضوعين، يتم وضع هدف جديد فرعي لتقليل هذا الفرق، وإذا تم تحقيق هذا الهدف الفرعي، يتم إنتاج أو ظهور موضوع فرعي جديد يسمى (A′) ويتم إنتاجه بطريقة مقاربة جدًا للموضوع B بحيث لا يكون هناك الفرق D عند مقارنته بالموضوع B. ثم يتم إنتاج هدف فرعي جديد (v) لتحويل 'A إلى B . وإذا نجح التحويل، يكون الهدف قد تحقق بالكامل على خطوتين: من A إلى A′ ومن A′ إلى B . وهو ما يعبر عنه نيويل بالشكل التالي:

Goal 1: *Transform object A into object B*



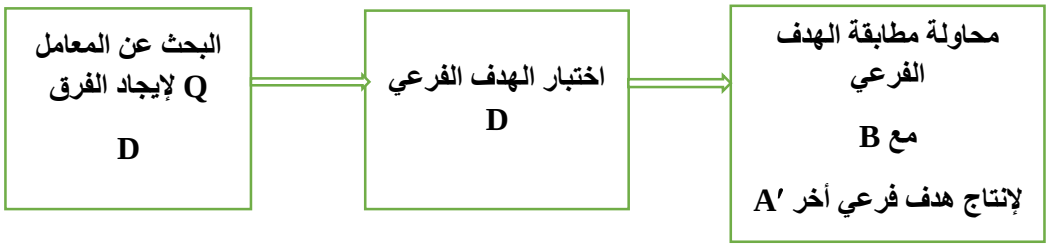
وهنا يؤكد نيويل أن هناك إجراءات أو عمليات معينة في عملية المطابقة أو المقارنة عند تطبيقها على موضوعات أو عناصر معينة، تُنتج موضوعات وعناصر جديدة، وليس بالضرورة أن تكون عملية معينة قابلة للتطبيق على جميع الموضوعات، ولكنها فقط تساعد في

[1]) GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): Op. Cit P 598 .
[2]) A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): Op. Cit , PP 115-116 .

إنتاج ما يسمى بالأهداف الفرعية (وهو صميم عمل البرنامج"تقسيم الموضوعات العامة إلى عناصر فرعية") [2].

يمكن تحقيق الهدف ٢ (إيجاد الفروق وتقليلها بين الموضوع A والموضوع B) كالتالي: في حالة المقارن بين الموضوعين والعثور على فروق كبيرة هنا لابد من إيجاد مُشغل أو معالج ذي صلة بهذا الفرق، أي مرتبط ومتسق بهذا الفرق الذي تم الحصول عليه، بحيث يؤثر هذا المعالج على الموضوعات حتى في حالة وجود فروق بينها، وهو ما يتم من الناحية من خلال تحديد الصلة بين الموضوعين وتطبيق عملية المطابقة "المقارنة" المستخدمة بالفعل على نماذج الإدخال والإخراج للمعالجات الأخري في البرنامج نفسه مع مراعاة المتغيرات [2]. وهو ما يعبر عنه نيويل بالشكل التالي:

Goal 2: *Reduce difference D between object A and object B*



إذا كان الهدف ٣ (إنشاء وتطبيق ما يسمي بـ معامل التحليل Q على الموضوع A): فإن الخطوة الأولى هي التحقق من استيفاء شروط صحة المعامل "أي التأكد من صحة صياغته"، فإذا استوفيت الشروط، فيمكن توليد النتيجة "A"، إذا لم تُستوفَ الشروط، فسيتم اكتشاف فرق، "D"، ويُنشأ هدف فرعي لتقليل هذا الفرق، تمامًا كما هو الحال مع هدف التحويل "الهدف الأول"، وبالمثل، إذا تم الحصول على موضوع فرعي معدل(A′)، ويتم إنشاء هدف فرعي جديد لمحاولة تطبيق المُعامل على هذا الموضوع الجديد، وهكذا الحال مع كل عملية مطابقة، وهنا نجد أن دور المعامل هو توليد الأهداف الفرعية في حالة المطابقة أو المقارنة بين الموضوعين [2]. وهو ما يعبر عنه نيويل بالشكل التالي:

Goal 3: *Apply operator Q to object A*

وعلى الرغم من أهمية ونجاح هذا البرنامج، إلا أنه قد اكتنفته **بعض الصعوبات**، ومن أهمها[4]؛ مع التجارب وتكرار استخدام البرنامج، وُجد أن البرنامج لم يستطع حل سوى المسائل

[1]) Newell, Shaw, and Simon (1958): Op. Cit, p3 .
[2]) A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): Op. Cit , P 115-116 .
[3]) Ipid , P 116 .
[4]) GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): Op. Cit P 589 .

البسيطة قبل استنفاد ذاكرته، ومع ذلك، في بعض المهام، تكون المشكلات أو موضوعات المعالجة كبيرة جدًا بحيث لا يمكن حل حتى المسائل البسيطة قبل استنفاد ذاكرته، على سبيل المثال، يتطلب تمثيل رقعة شطرنج في نظام تحديد المواقع العالمي 1000 نقطة داخل الذاكرة الموجودة . "أي أن مشكلة الذاكرة هي آفة تلك البرامج كلها "، وبالتالي لا يمكن تخزين سوى عدد قليل من العناصر في الذاكرة.

كذلك هناك صعوبتان واضحتان أيضًا في استخدام (GPS) للذاكرة؛ يتم حفظ جميع العناصر الفرعية "التي يتم توليدها" أثناء حل المسائل، و كل عنصر هو حالة كلية في حد ذاته يحتاج لمعالجة مستقلة، ولا توجد إمكانية للتعامل مع أجزاء من الحالات.

نتائج البحث:

- إمكانية تمثيل النظريات من خلال المعلومات والبيانات، وهو ما أشار إليه نيويل في بداية الحديث عن التمثيل المعرفي والإجراءات التنظيمية للفكر البشري، فقد حاول التعبير عن المعلومات بصورة رمزية خاصة في حديثه عن ذاكرة برنامج LT والإشارة إلى المهام التي تتم وفق هذا التمثيل.
- المفاهيم واللغة المنطقية واضحة في البرامج، فقد كان لكل برنامج صيغه المنطقية الخاصة التي تمثل المعطيات والبديهيات التي يستطيع من خلالها التعبير عن المسألة.
- نجاح برنامج LT في حل عدد كبير من مسائل المنطق الرمزي التي عُرضت عليه يعطي أهمية لإمكانية تطوير برامج في هذا الاتجاه، خاصة مع الصعوبات الموجودة في نظريات المنطق الرمزي وتحليلها.
- عمليات حل المشكلات والمسائل تقوم في الأساس على فكرة تحليل المسألة العامة إلى عناصر فرعية ومحاولة الوصول إلى حلول لكل عنصر فرعي ومطابقة الحلول، وهو ما اتضح في برنامج GPS.

قائمة المراجع:

1. A. NEWELL, Santa Monica and H. A. SIMON (1961): “GPS, A Program that Simulates Human Thought”, Lernende automat en. Munchen .
2. Allen Newell and Herbert Simon (1956):" The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System" RAND Corporation, USA .
3. Allen Newell(American computer scientist) , article in Encyclopædia Britannica by Michael Aaron Dennis, Last Updated: Mar 2024 .
4. B. Jack Copeland(2004): "The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life", Oxford University Press Inc., New York .
5. Caitlin Clarike (2024): "Who Was Herbert A. Simon? Bounded Rationality and AI Theorist", article in investopedia .
6. Daniel G. Bobrow and Dertram Raphael (1963):"A comparison list-processing Computer language" RAND, USA .
7. Einar Stefferud (1963):" The Logic Theory Machine : A Model Heuristig Program", RAND Corporation, USA .
8. George W. Ernst(1969): "GPS and Decision Making: An Overview",Springer-Verlag Berlin , Heidelberg . Conference paper .
9. GEORGE W.ERNST and ALLEN NEWELL(1970): " Some issues of representation in a general problem solver ", RAND Corporation, USA .
10. Gerald Ulrich(2019): "The General Problem Solver (GPS) Comeback of an Undead", Berlin .
11. Herbert A. Simon(1998):"Allen Newell: 1927-1992 "،Annals of the History of Computing, Vol. 20 .
12. Laura Payne(2023): “means-ends analysis problem solving”, article in Britannica .
13. Leo Gugerty (2006): "Newell and Simon's Logic Theorist: Historical Background and Impact on Cognitive Modeling", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 50(9):880-884 .
14. Newell, Shaw, and Simon (1958):" Report on a General Problem Solving Program " RAND Corporation, USA .

15. ROUTINE AND SUBROUTINE, article in : https : // the codest . co /dictionary/routine-and-subroutine .
16. SARAH SLOAT(2023): "The Logic Theorist started a discussion that continues today—can a machine be intelligent like us?", article in popural scince .
17. The Birth of the First AI Program: The Logic Theorist (1957): article in askpromotheus.ai, Tech News: Artificial Intelligence, Block Chain, Robotics .
18. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F