

دور منطق جورج بول في بنية الحاسوب

The role of George paul's in computer architecture

مخبر المجتمع ومشاكل التنمية المحلية في الجزائر

جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف - الجزائر

جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف- الجزائر

فلسفة غربية

حديثة ومعاصرة

فلسفة

سليمة نفايبي *

Salima Negaibi
negaibisalima@gmail.com

مليفة مذكور

Malika Medkour
maliphilo16@gmail.com

تاريخ النشر: 2022/12/31

تاريخ القبول: 2022/04/05

تاريخ الإرسال: 2021/09/06

ملخص: تعدّ البوابات المنطقية إسقاطاً لعمليات الجبر البوليفاني عتادياً، فالحديث عن تصميم البوابات والدوائر الرقمية للحاسوب، يؤول إلى الحديث عن المنطق البوليفاني. وعلى الرغم من أن جورج بول لم يشهد تطبيقات أفكاره المنطقية، ولم تكن له مساهمة عملية في بناء وتركيب الحاسوب، إلا أن الفضل كل الفضل يعود إليه لما حملته أفكاره من ثورة فكرية في مجال الثورة الرقمية. من هذا المنطلق سنحاول الكشف عن مدى اسهام جورج بول في الثورة الرقمية بشكل عام، وفي بناء الحاسوب بشكل خاص.

الكلمات المفتاحية: المنطق؛ الجبر البوليفاني؛ البوابات المنطقية؛ الدوائر الرقمية؛ الحاسوب.

Abstract: Logic gates are a projection of Boolean algebra operation in hardware. Talking about the design and digital computer circuits, leads to talking about Boolean logic. Although paul did not witness the applications of his logical ideas, and did not have a practical contribution to the construction and installation of the field of the digital revolution. From this standpoint, we will try to reveal the extent of George paul 's contribution to the digital revplution in general, and to building the computer in particular.

Key words: logic ; Boulani algebra; logic gates; digital circuit; computer.

* المؤلف المرسل: negaibisalima@gmail.com

مقدمة:

يرجع الفضل في وضع الأسس النظرية للجبر المنطقي إلى العالم الانجليزي "جورج بول" George Bool (1815-1864)، بحيث يعتبر الجبر البوليني أحد أهم المرتكزات والدعائم الأساسية في تصميم وتركيب الحاسوب. جون ماكليش (1999، 253) فبصدور كتابه "التحليل الرياضي للمنطق" "The mathematical Analysis of logic" عام 1847، وكتابه "دراسة في "قوانين التفكير" "An Investigation The Laws of Thought" 1854 الذي يعدّ لبنة هامة في تصميم العمليات المنطقية للحاسوب، حدّد من خلاله قواعد معالجة الرموز والعمليات الرياضية للتعبير عن القضايا المنطقية. الجدير بالذكر أن جورج بول لم تكن لديه أدنى فكرة عن مدى اسهامه من الناحية العملية في بناء الحاسوب، وأول من تفتن لأهمية منطق بول، بعد حوالي 73 عاما من وفاته هو كلود شانون (1916-2001 Claud Shanon) وذلك عام 1937، من خلال اكتشافه العلاقة بين الدوائر الكهربائية وجبر بول، بحيث أصبح تفكير جورج بول المنطقي الأساس العملي لتصميم البوابات والدوائر المنطقية. بناء على هذا التصور كيف ساهم جورج بول من خلال أعماله المنطقية في الثورة الرقمية بشكل عام، وفي بنية الحاسوب بشكل خاص؟ سنحاول من خلال هذا البحث الكشف عن أهم المبادئ الأساسية للجبر البوليني، ومن ثم الكشف عن التطبيقات المنطقية للمبادئ البولينية في علوم الحاسوب. معتمدين في ذلك على المنهج التحليلي التاريخي.

1. أساسيات الجبر البوليني:

1.1 الجبر البوليني:

هو الأساس الرياضي اللازم لدراسة التصميم المنطقي للأنظمة الرقمية ومنها الحاسوب. يتألف من عدد من القواعد والقوانين والنظريات التي تساعد في فهم وتحليل الدوائر المنطقية وهو فرع من فروع علم الجبر في الرياضيات، خالد بکرو (2008، 158) يختلف جبر بول عن الجبر العادي في أن متغيرات وثوابت جبر بول تتخذ قيمتين فقط وهما الصفر 0 والواحد 1. بما أن جبر بول يتعامل فقط مع قيمتين فلا يوجد في جبر بول طرح، أو قسمة، أو فواصل، أو أرقام سالبة، أو تربيع أو تكعيب... الخ

أ_ المتغيرات: "المتغير رمز يمثل أي مجموعة من الأعداد أو الأشياء، يستخدم في الصيغ الرياضية والمنطقية للإشارة إلى أي صنف من الأشياء." (قاسم، م، 2008، 336) وتستخدم الأحرف الكبيرة للتعبير عن المتغيرات.

ب_ الثوابت: "هو الذي لا يتغير معناه رغم اختلاف مواضعه، فالرموز ثابتة: +، -، ×، ÷، =، والأعداد 1، 2، 3، كلها ثابتة، لأن دلالتها لا تتغير بتغير السياق الذي وضعت فيه. (نجيب، م، 1981، 75)

2.1 الصنف الكلي والصنف الفارغ:

ميز جورج بول بين نوعين من الأصناف وهما:

أ_ الصنف الكلي: يرمز جورج بول لهذا الصنف بالرمز (1)، ويقصد به صنف كل الأشياء المتصورة، بغض النظر عما إذا كانت هذه الأشياء موجودة في الواقع أم لا.
ب_ الصنف الفارغ: يرمز جورج بول لهذا الصنف بالرمز (0)، اسلام عزمي (1970، 31) ويقصد به جميع الأصناف الذي لا أعضاء له، ويمثل هذا الصنف في منطق القضايا القضية الكاذبة

3.1 جدول الحقيقة أو جدول الصواب:

عبارة عن جدول يوضح جميع احتمالات الدخل للدائرة المنطقية وقيم الخرج المقابل لكل منها.

4.1 قوانين الجبر البوليني خالدي بركو (2008، 159، 158)

أ- قوانين التبديل: $A + B = B + A$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

ب- قوانين التجميع: $A + (B + C) = (A + B) + C$

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$$

ج- قوانين التوزيع: $A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

5.1 قواعد جبر بول:

مجموع القواعد الأساسية للجبر البوليني 12 قاعدة، خالد بركو (2008، 160، 161، 162، 163، 164) تساهم في معالجة وتبسيط الدوائر الرقمية، تسع قواعد الأولى _ من

1 إلى تسعة_ قواعد أساسية أما الباقي أي من _10، _12_ قواعد مشتقة من القواعد السابقة لها.

القاعدة 1: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أOR مع الصفر 0 يبقى المتغير نفسه. $A + 0 = A$

القاعدة 2: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أOR مع الواحد 1، فإن الناتج هو الواحد 1 $A + 1 = 1$

القاعدة 3: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أند AND مع الصفر 0 فإن الناتج هو الصفر 0. $A \cdot 0 = 0$

القاعدة 4: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أند AND مع الواحد 1 فإن الناتج هو المتغير نفسه. $A \cdot 1 = A$

القاعدة 5: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أOR مع نفسه يبقى المتغير نفسه. $A + A = A$

القاعدة 6: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أOR مع متممه فإن الناتج هو الواحد 1. $A + \bar{A} = 1$

القاعدة 7: أي متغير إذا نفذت عليه العملية أند AND مع نفسه يبقى المتغير نفسه. $A \cdot A = A$

القاعدة 8: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية أند AND مع متممه فإن الناتج هو الصفر 0. $A \cdot \bar{A} = 0$

القاعدة 9: أي متغير مثل A إذا نفذت عليه العملية النفي (المتمم) مرتين فإنه يبقى نفسه. $\bar{\bar{A}} = A$

القاعدة 10: هذه القاعدة تثبت بتطبيق قانون التوزيع والقاعدة 2، والقاعدة 4. $A + A \cdot B = A + B$

القاعدة 11: هذه القاعدة تثبت بتطبيق كل من القواعد: 10، 7، 8، 4، 6. $A + \bar{A} \cdot B = A + B$

القاعدة 12: $(A + B)(B + C) = A + B \cdot C$ هذه القاعدة تثبت بتطبيق كل من القوانين والقواعد التالية: قانون التوزيع، والقاعدة 7، والقاعدة 2، والقاعدة 4.

2. نظام الترميز الثنائي:

استخدم جورج بول نظام العد الثنائي (0,1) للتعبير عن حالات المتغير المنطقي_ هو أي متغير يمكن أن يأخذ قيمة واحدة فقط من قيمتين_ خلال نظريته في جبر المنطق، " وهو نظام مناسب لبنية الحاسوب الالكترونية لسهولة تطبيقه عمليا باعتبار كل مقدار مادي يتصف أن له حالتين متميزتين يصلح للاستخدام كحامل فعلي للرموز" (المنجد، م، 2000، 100)". حيث يمثل الرقم 0 حالة التوقف OF، ويمثل الرقم 1 حالة التشغيل ON، علي سعيد جمال الدين(1991، 137) ويكتب كل عدد ثنائي في شكل متتالية من الأرقام 0 و1. قاعدة النظام الثنائي هي $(r=2)$. وعليه فإن أساس الجبر البوليفاني هو التعامل مع جل المعطيات استنادا إلى قيمتين (0,1).

تجلت أهمية النظام الثنائي للعيان أول مرة مع تطور الحاسوب في أربعينيات القرن العشرين، إذ يمر التيار الكهربائي عبر دوائر الرقمية للحاسوب، حيث تشكل كل شحنة في الحاسوب (بت)، بوول أ، كوباسا (2016، 35) _ هي اختصار لعبارة عدد ثنائي تكون على احدى هيئتين إما 0، إما 1_ وهي أصغر وحدة لبيانات الكمبيوتر، ولتمثيل هذان الرقمين لا يحتاج سوى إلى خانة واحدة، بحيث تستخدم الحواسيب نظام العد الثنائي باعتباره لغة ما، فاستنادا على هذا النظام يمكن تمثيل العديد من الأشياء في الحاسوب، بغض النظر عن خصوصيتها. (الأرقام العشرية، الأحرف، الأوامر، الصور، الأصوات. أو أي شيء آخر مطلوب في تطبيق ما)، "وذلك باستخدام شفرات (اشارات) هذه الاشارات هي سلسلة من شحنات كهربائية متساوية الكمية الخانة الواحدة في السلسلة تسمى بت ومجموعة 8 بتات تشكل البايت. بوول أ، كوباسا (2016، 35) _ "هو سلسلة ذات طول ثابت من الخانات الثنائية، تتوزع الشحنات على السلسلة بشكل مختلف في كل مرة، ومقابل كل طريقة لتوزيع الشحنات يتم الاصطلاح على رمز يقابل ذلك التوضع. والطول الثابت للسلسلة يحدد حاليا بثمانى خانات خصوصا بالنسبة للبنية المعتمدة في تهيئة الأجهزة المادية _ وبناءا على ماسبق نستنتج أن منطق الجبر لجورج بول ساهم في وضع حجر الأساس للغة الحاسوب. وذلك لامكانية تطبيقه على أي مقولة مهما كانت صياغتها وتمثيلها بنظام الرموز الذي يوازي بشكل وثيق النظام الجبري. ذلك لأن الدوائر الرقمية وعبر كامل مراحلها من معالجة وتخزين، ونقل إلى غاية إرسال البيانات، لا تستطيع أن تتعامل إلا مع البيانات الثنائية، أي البيانات التي

تكون على شكل سلاسل من الأصفار والوحدات. وبالتالي ساهم بطريقة أو بأخرى في تصميم لغة البرمجة للحاسوب.

باستخدام رموز النظام الثنائي صفر وواحد (1,0) يمكن تمثيل أي عدد من أي نظام عددي كان، بحيث يتكرران على شكل سلسلة بما يتناسب مع العدد المطلوب، ويمكن تطبيق قواعد الجبر البوليني على هذا النظام الثنائي بشكل مباشر، وبالتالي تنفيذ جل العمليات المنطقية اللازمة من أجل تكوين الدوائر الرقمية.

3. البوابات والدارات المنطقية الالكترونية:

مع تطور صناعة الحواسيب ازداد استخدام جبر بول في مجال الالكترون وبخاصة في مجال تصميم البوابات والدارات المنطقية للحواسيب الرقمية. بحيث تعتبر البوابة المنطقية النواة الأساسية لأي جهاز كمبيوتر "فهي عبارة عن جهاز الكتروني بسيط يسير بمقتضى نظام منطقي معين" (جمال الدين، ع، 1991، 211)، يتم التخطيط لبنائها وفق قواعد جبر المنطق وتمتلك كل بوابة منطقية مخرجا واحدا وعدة مداخل (واحد على الأقل)

يساهم منطق جورج بول في تأسيس نوعين من البوابات المنطقية بالكمبيوتر ذات التسلسل المتلاحق، محمد قاسم (2008.390) بوابة AND، والتي تستند إلى الموازة بوابة OR لكنه لا يمثل دورا واضحا في بقية البوابات، ومنهما تتكون بقية البوابات.

1.3 البوابات البولية الأساسية:

أ- بوابة (And): العطف يعني ربط حقيقتين بحرف العطف (و)، فمثلا إذا كانت A عبارة، وكانت B عبارة أخرى، فإن العبارة المركبة (A and B) تكون صحيحة إذا كانت A صحيحة و B صحيحة هي الأخرى. تؤدي هذه البوابة ما يسمى الضرب المنطقي، ويطلق على الصنف الذي ينتهي أعضاؤه إلى كل من الصنفين (A)، (B) اسم حاصل الضرب المنطقي للصنفين (A)، (B). ويرمز له بالصيغة (A×B) أو (AB). موريس مانو، (1440هـ، 57) ويعبر عنه بدالة صدق منطقية تسمى دالة الوصل، _ أو دالة الضرب المنطقي. نستنج بناء على هذا: وجود ضرب منطقي بين صنفين مرهون بوجود عناصر مشتركة بين كل من (A) و (B)، كما تربط دالة الوصل بين جزئي قضية مركبة بواو العطف.

هناك اختلاف بين الضرب المنطقي والضرب العددي مثلا: "إذا كان لدينا صنفان يحتوي الأول على عضوين والثاني يحتوي على ثلاثة أعضاء ويوجد عضو مشترك،

بالنسبة لإجراء الضرب المنطقي يكون الناتج عضواً، أما بالنسبة للضرب المنطقي الناتج ستة." رشوان أحمد رشوان (2002، 130)

جدول1: جدول الحقيقة لبوابة AND مع التعبير المنطقي الذي يعطي خرج البوابة1. خالد بكرو(2008، 123)

A	B	A×B
0	0	0
0	0	0
1	0	0
1	1	1

المصدر: بكرو خالد، 2008، ص123.

$$X = A \text{ AND } B$$

$$X = A \cdot B$$

$$X = AB$$

وكمثال لتوضيح طريقة عمل بوابة AND استناداً إلى جدول الحقيقة، وبالقياس على دائرة كهربائية نلاحظ: المفتاح الكهربائي يكون في حالة تشغيل (ON) بمعنى التيار الكهربائي يمر في الدائرة في حالة (1)، ويكون في حالة قطع التيار (OFF) بمعنى التيار لا يمر في الدائرة في حالة (0). إذن التيار الكهربائي يمر في حالة واحدة فقط، أي عند توصيل كلا من متغيري الدخل (A)، (B) معاً. وهو نفسه قانون دالة الوصل حيث لا تكون صادقة إلا إذا كانت كلا القضيتين صادقتين.

ب- بوابة (OR): وتعتبر هذه البوابة من البوابات الأساسية والتي تدخل في بنا أغلب الدوال المنطقية. تؤدي هذه البوابة ما يسمى الجمع المنطقي، يعني إذا كانت جميع العناصر المجموعة A، هي عناصر في المجموعة B، فإن A تكون محتواة في المجموعة B. ويعبر عنها هكذا، (A OR B)، وتقرأ A محتواة في B. خالد بكرو(2008، 125) في هذه العملية يكون الخرج مساوياً واحد 1، فقط إذا كان أي من متغيرات الدخل مساوية 1 واحد، ويكون الخرج مساوياً صفر 0، إذا كانت جميع متغيرات الدخل مساوية صفر 0. يتجلى الجمع المنطقي بمعنيين: (George Bool (1854, 56) المعنى الاستبعادي، المعنى الشمولي:

أ_ المعنى الاستبعادي: مثلا "الأشياء التي هي (A) وليست (B)، أو التي (B) وليست (A)، التعبير الرياضي عنها سيكون: $A(1_B) + B(1_A)$

ب_ المعنى الشمولي: مثلا "الأشياء التي هي (A) وليست (B)، أو التي هي (B) وليست (A) أو التي (A) و (B) في الوقت ذاته، فإن التعبير الرياضي عنها سيكون: $(AB + A(1_B) + B(1_A))$.

جدول 2: م جدول الحقيقة لبوابة OR مع التعبير المنطقي الذي يعبر عن خرج البوابة: حمد عبد المنعم الشواربي (2008، 54)

A	B	X=A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

المصدر: الشواربي محمد عبد المنعم، 2008، ص 54.

$$X = A \text{ OR } B \quad X = A + B$$

كمثال لتوضيح طريقة عمل بوابة OR استنادا إلى جدول الحقيقة، وبالقياس على دائرة كهربائية نلاحظ: المفتاح الكهربائي يكون في حالة تشغيل (ON) بمعنى التيار الكهربائي يمر في الدائرة في حالة (1)، ويكون في حالة قطع التيار (OFF) بمعنى التيار لا يمر في الدائرة في حالة (0). إذن التيار الكهربائي يمر إذا تم فقط توصيل أحد مفتاحي التشغيل (A) $A=1 \text{ OR } B=1 \text{ OR } (B)$ ، ويكون في حالة قطع في حالة واحدة فقط، عندما يمثل كل منهما منطق 0.

ج- بوابة (NOT): النفي أو العكس المنطقي فمثلا إذا كانت A هي جميع مدرسي الفلسفة، وكانت B هي جميع مدرسي فلسفة حديثة، فإن العبارة $A \text{ NOT } B$ ، ستؤدي إلى تكوين مجموعة أخرى تتكون من جميع مدرسي الفلسفة باستثناء جميع مدرسي فلسفة حديثة. يرمز للعملية بوضع خط فوق المتغير، مما يعني أنه معكوس.

جدول3: جدول الحقيقة لبوابة NOT مع التعبير المنطقي الذي يعبر عن خرج البوابة:

خالد بكرو (2008، 120)

A	X
1	0
0	1

المصدر: بكرو خالد، 2008، ص 120.

$\bar{A} = 0$ فإن $A=1$ فإذا كان: $X = \text{NOT } A$

$\bar{A} = 1$ فإن $A=0$ وإذا كان: $X = \bar{A}$

2.3 البوابات البولية المشتقة:

سميت بهذا الاسم لأنها اشتقت من البوابات الأساسية وهي:

أ- بوابة NAND: وتمثل تركيباً لبوابة AND متبوعة ببوابة NOT. وهي واحدة من البوابات التي تستخدم في بناء الكثير من الدوال والتابع والأنظمة الرقمية، حيث يمكن بناء النظام الكامل باستخدام بوابة NAND، في هذه العملية يكون الخرج صفر 0 في حالة واحدة فقط، وهي عندما تكون كل المدخل تساوي وحدات.

جدول4: جدول الحقيقة لبوابة NAND مع التعبير المنطقي الذي يعبر عن خرج البوابة:

ثابت عارف ثوار (2004، 150)

A	B	$X = A \text{ NAND } B$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

المصدر: ثوار ثابت عارف، 2004، ص 150.

$X = A \text{ NAND } B$ $X = \overline{A \text{ AND } B}$ $X = \overline{A \cdot B}$ $X = \overline{AB}$

وكمثال لتوضيح طريقة عمل بوابة OR استناداً إلى جدول الحقيقة، وبالقياس على دائرة كهربائية نلاحظ: المفتاح الكهربائي يكون في حالة تشغيل (ON) بمعنى التيار الكهربائي يمر في الدائرة في حالة (1)، ويكون في حالة قطع التيار (OFF)، بمعنى التيار لا يمر في الدائرة

في حالة (0). إذن التيار الكهربائي لا يمر ويكون في حالة قطع في حالة واحدة فقط، وهي عندما تكون المداخل تساوي واحد 1. ويكون الخرج واحد في باقي الحالات التي يكون فيها أي من المداخل أو كل المداخل تساوي صفر 0.

ب- بوابة NOR: وتمثل تركيباً لبوابة OR متبوعة ببوابة NOT. أي اختصاراً لكلمتي (NOT OR) بمعنى عكس OR، يكون لها دخلان أو أكثر، لذلك فإن خرج هذه البوابة يكون واحد 1 في حالة واحدة فقط، وهي عندما تكون كل المداخل تساوي صفر 0. جدول 5: جدول الحقيقة لبوابة NOR مع التعبير المنطقي الذي يعبر عن خرج البوابة: خالد بكرو (2008، 131)

A	B	X=A+B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

المصدر: بكرو خالد، 2008، ص 131.

$$X = A \text{ NOR } B$$

$$X = \overline{A \text{ OR } B}$$

$$X = \overline{A + B}$$

وكمثال لتوضيح طريقة عمل بوابة NOR استناداً إلى جدول الحقيقة، وبالقياس على دارة كهربائية نلاحظ: المفتاح الكهربائي يكون في حالة تشغيل (ON) بمعنى التيار الكهربائي يمر في الدائرة في حالة (1)، ويكون في حالة قطع التيار (OFF)، أي أن التيار لا يمر في حالة 0، إذن التيار الكهربائي يمر في حالة واحدة فقط وهي عندما يكون كلا الدخيلين في حالة صفر 0.

ج- بوابة XOR: (الجمع المنطقي بمعناه الاستبعادي)، فقط وإلا هذا المعامل له الخواص التالية: إذا كانت A عبارة، وكانت B عبارة أخرى، فإن العبارة المركبة (A XOR B)، تكون صائبة إذا كانت إحداهما صائبة وليس كلاهما صائبة، وتكون خاطئة إذا كانت كلاهما صائبتين أو خاطئتين. يرمز لمعامل عملية XOR بالشكل: \oplus ، ويكون التعبير المنطقي بالشكل $A \oplus B$.

جدول6: جدول الحقيقة لبوابة XOR مع التعبير المنطقي الذي يعبر عن خرج البوابة: موريس مانو (1440هـ، 64)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

المصدر: موريس مانو، 1440هـ، ص 64.

$$X = A \text{ XOR } B \quad X = \overline{A} B + A \overline{B}$$

وكمثال لتوضيح طريقة عمل بوابة XOR استنادا إلى جدول الحقيقة، وبالمقاييس على دائرة كهربائية نلاحظ: المفتاح الكهربائي يكون في حالة تشغيل (ON) بمعنى التيار الكهربائي يمر في الدائرة في حالة (1)، ويكون في حالة قطع التيار (OFF)، أي أن التيار لا يمر في حالة 0، إذن التيار الكهربائي لا يمر إذا كان الدخلاق متشابهان، ويمر إذا كان الدخلاق مختلفان.

د- بوابة XNOR: وتمثل تركيبا لبوابة XOR متبوعة ببوابة NOT. تسمى عملية التساوي، لها دخلاق فقط.

جدول4: علي سعيد جمال الدين (1991، 211) جدول الحقيقة لبوابة XNOR مع التعبير المنطقي الذي يعبر عن خرج البوابة:

A	B	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

المصدر: علي سعيد جمال الدين، 1991، ص 211.

$$X = A \text{ XNOR } B \quad X = \overline{A B} + \overline{A \overline{B}}$$

كمثال لتوضيح طريقة عمل بوابة NOR استنادا إلى جدول الحقيقة، وبالقياس على دائرة كهربائية نلاحظ: المفتاح الكهربائي يكون في حالة تشغيل (ON) بمعنى التيار الكهربائي يمر في الدائرة في حالة (1)، ويكون في حالة قطع التيار (OFF)، أي أن التيار لا يمر في حالة 0، إذن التيار الكهربائي يمر إذا كان الدخلان متساويا عندئذ تكون النتيجة واحد 1، ويكون خرجها في حالة صفر 0 أي التيار لا يمر إذا كان الدخلان مختلفان. تعتبر البوابات المنطقية المادة الخام لبناء أي دائرة منطقية، "فالدائرة المنطقية عبارة عن مكونات مادية مصممة من مجموعة من البوابات المنطقية المتصلة ببعضها البعض تعمل كل واحدة منها وفق قواعد منطقية محددة، مخرج هذه البوابات يتم استخدامه كمدخل لبوابات أخرى لكي تشكل دائرة منطقية" (مانو، م، 1440هـ، 56). تتعامل هذه الدوائر والبوابات المنطقية مع المعلومات على أساس مبدأ الثنائية (1.0)، بمعنى أنها تعمل وفق مبادئ جبر جورج بول المنطقي.

وعليه تتضح أيضا علاقة المنطق البولي بالحاسوب من خلال: تمكن علماء الحاسوب من بناء المكونات المادية للحاسوب، استنادا على الدوائر المنطقية، "أظهر كلود شانون أن منطق بول هو أداة يمكن استخدامها لتخفيض عدد العناصر اللازمة لبناء للحاسوب، والاكثّر من ذلك استطاع أن يخفض من درجة الحرارة المتولدة داخل الحاسوب والتي يؤدي ارتفاعها إلى حدوث أعطال" (ماكليش، ج، 1999، 258) وعليه يعتبر منطق جورج بول أداة فعالة لتبسيط عدد البوابات المنطقية داخل الدوائر المنطقية.

"تمكن علماء الحاسوب بمقتضى الدوائر المنطقية من بناء عتاد الحاسوب، والذي ظهر الجيل الأول منه في عام 1948، وخلال الأربعين عام المنقضية على ظهوره اتخذ تطوره مسارا من عدة نقلات نوعية يرمز إليها بالأجيال الأربعة. والتي كان الفيصل فيها هو التغير الذي طرأ على العنصر المادي والدوائر المنطقية بالتحديد المستخدم في بناء وحدة المعالجة CUP" هيثم السيد (2014، 262)

في الدوائر الرقمية هناك خالد بکرو (2008، 20) مستويان مختلفان للجهد يستخدمان الخانات الثنائية (1، 0) يمثل 1 الجهد الأعلى On، يمثل 0 الجهد الأقل OFF، تساهم هذه العملية في آلية فتح. وغلق المفاتيح، أو إضاءة أو عدم إضاءة مصابيح في النظم الرقمية.

4. المعاملات البوليانية ومحركات البحث:

من ناحية أخرى، يعد استخدام المعاملات البوليانية (AND للجمع، OR للبدائل، NOT للاستثناء) أسلوب من بين الأساليب التي تعتمد عليها محركات البحث، أبو بكر محمود الهوش (2012، 12) _عبارة عن قواعد بيانات ضخمة بعناوين ومواقع، مع وصف مصغر لصفحات الأنترنت المختلفة، فهي تتيح للمستخدم إمكانية توسيع أو تضيق البحث، وذلك من خلال البحث بكل كلمات الاستفسار، أو استثناء كلمة منها، بحيث تدعم 51.56% من محركات البحث استخدام الروابط البولينية عند البحث، بدوية محمد البسيوني (2008، 32) فهي تعمل على ربط الكلمات المفتاحية مع بعضها البعض، مكونة بذلك حدود موضوعية تشكل في نهاية المطاف الموضوع النهائي. وعليه تعتبر أداة فائقة الأهمية في توسيع أو تضيق مجال البحث.

يؤدي المعامل AND، الذي يقابل بالعربية حرف العطف «و»، إلى تضيق نطاق البحث، أبو بكر محمود الهوش (2012، 39) فهو يستخدم مع مجموعة من الكلمات للبحث عن مواقع تحوي هذه الكلمات مجتمعة أو منفردة، مثال: كمبيوتر+ تكنولوجيا تعرض عندها المواقع والصفحات التي تشمل كلمة كمبيوتر، وكلمة تكنولوجيا، ولكن ليس بالضرورة أن توجد الكلمتان مع بعضهما في الموقع نفسه.

يؤدي استخدام المعامل OR، الذي يقابل بالعربية حرف العطف «أو»، إلى توسيع نطاق البحث، لتشمل الصفحات التي تحتوي أيًا من الكلمات المفتاحية للبحث، (إيهاب أبو العزم (2019، 103) فهو يستخدم مع مجموعة من الكلمات للبحث عن كل هذه الكلمات المفتاحية على حدا، فمثلا فيزياء أو رياضيات، تعرض المواقع التي تحوي كلمة فيزياء بمفردها، والكلمات التي تتضمن كلمة رياضيات بمفردها.

يؤدي استخدام معامل النفي NOT، الذي يقابل بالعربية أداة النفي «لا» (أي لا يحتوي)، في تضيق نطاق البحث، باستبعاده الصفحات التي تحتوي على كلمة أو عبارة معينة. ايريك بالمر (2017، 10) "فمثلا إذا كان لدي جميع الأرقام التي أحتاجها عن السمنة في الجزائر، أستطيع إدخال سمنة الطفولة NOT الجزائر للحصول عن بيانات عن دول أخرى فقط. وهو مفيد بشكل خاص إذا كانت كلمات الكلمات المفتاحية المدخلة لها عدة معان، وتريد استبعاد الصفحات التي تحتوي على هذه الكلمة بالمعاني

التي لا تخدم البحث. البحث في عالم رقمي،³ لتنحصر نتيجته في الصفحات التي تحتوي على سائر الكلمات المفتاحية موضوع البحث.

خاتمة:

ساهم جورج بول في بناء الحاسوب، وهذا ما بينه كلود شانون حيث لاحظ أن بحث جورج بول في القرن 19 يمكن تطبيقه في تكنولوجيا القرن 20. من خلال عثوره على طريقة لتطبيق المنطق الذي طوره جورج بول في دائرة بسيطة. مبينا بذلك امكانية جعل العمليات التي كانت تنجز من قبل باليد من قبل كان الانسان هو الذي يحول الاتصالات_ آلية_ أي أسرع وأوفر ومعمدة أكثر وأفضل. كما أثبت كلود شانون أن الجبر البوليني والحساب الثنائي يمكن استخدامه لتبسيط ترتيب التبديلات الكهروميكانيكية. فإلى اليوم الرقاقت الأكثر تطورا لا تزال تعتمد على قوانين منطق بول الاساسية. فالمعالج الدقيق يهدف الى جمع البوابات المنطقية التي تم توضيحها من خلال جداول الحقيقة وبالتالي تساهم في حل المسائل الرياضية. وعليه ساهم جورج بول في تأسيس وتطوير آليات السلوك المنطقي للبوابات والدوائر الرقمية للحاسوب، فعلى الرغم أن أفكاره لم تنصف على ما يقرب قرن من الزمن إلا أن اسهاماته المنطقية بما تحمله من أسس ومبادئ تعد علامة فارقة في إحداث الثورة الرقمية بمجملها لايزال البحث فيها متواصلا في العديد من المختبرات العلمية والشركات العالمية للتكنولوجيات الرقمية .

يعدّ الترميز الثنائي أساس الثورة الرقمية، تجلت أهميته من كونه النظام المستخدم لتمثيل المعرفة ضمن الحواسيب والأنظمة الرقمية، إذ يعتبر من أبسط أنواع أنظمة الترميز، فالمعرفة بأنواعها تمثل وتعالج وتخزن وتوثق وتنتشر وترسل باستخدام الرموز الثنائية (0،1).

من جهة أخرى توظف المعاملات البوليانية في العديد من محركات البحث على شبكة الأنترنت. ولا يمكن الاستغناء عنها بأي شكل من الأشكال.

المصادر والمراجع:

1. أبو العزم ايهاب. (2019). المدخل السريع إلى الأنترنت. القاهرة، مصر: دار الحكمة.
2. بالمر ايريك. (2017). البحث في عالم رقمي: كيف أعلم طلابي إجراء أبحاث ذات جودة عالية، من خلال الأنترنت؟ دار الكتاب التربوي.
3. بكرو خالد. (2008). أساسيات النظم الرقمية. سوريا: شعاع للنشر والعلوم.
4. بولل أكواسا. (2016). موسوعة الاختراعات والاكتشافات. الرياض، السعودية: العبيكان للنشر،
5. ثوار ثابت عارف. (2004). أساسيات تكنولوجيا الحاسب، عمان، الأردن: دار البازوري.
6. رشوان أحمد رشوان. (2002). منطق الفئات وجدوره الأرسطية. القاهرة، مصر: جامعة القاهرة كلية الاداب.
7. الشواربي محمد عبد المعتم. (2008). فن تصميم الدوائر الرقمية. القاهرة، مصر: دار الكتب العلمية.
8. عزمي إسلام. (1970). أسس المنطق الرمزي. القاهرة، مصر: مكتبة الأنجلو مصرية.
9. علي سعيد جمال الدين. (1991). بنية الحاسوب ومبادئ عمله. دمشق، سوريا: جامعة دمشق.
10. قاسم محمد. (2004). المدخل إلى المنطق الصوري. الاسكندرية، مصر: دار المعرفة الجامعية.
11. ماكليش جون. (1999). العدد من الحضارات القديمة إلى عصر الكمبيوتر. الكويت: سلسلة عالم الفكر، المجلس العلمي للثقافة والفنون والأداب.
12. مانو موريس. (1440هـ). أساسيات تصميم المنطق والحاسب. السعودية: دار جامعة الملك سعود للنشر.
13. محمد البسيوني بدوية. (2008). محركات البحث المتعددة ودورها في استرجاع المعلومات من الشبكة العنكبوتية دراسة تحليلية مقارنة. مجلة الاتجاهات الحديثة في المكتبات والمعلومات. (30).
14. محمود الهوش أبو بكر. (2012). أدوات البحث عن المعلومات في البيئة الرقمية. طرابلس، ليبيا: دار حميترا للنشر.
15. محمود زكي نجيب. (1981). المنطق الوضعي الجزء الأول. القاهرة، مصر: مكتبة الأنجلو مصرية.
16. المنجد محمد بشير. (2020). الآلة الذكية من ديكارت حتى دماغ غوغل. لندن، الولايات المتحدة الأمريكية: دار الكتب.
17. هيثم السيد. (2014). الاسهامات الفلسفية والمنطقية في التطور التكنولوجي، الذكاء الاصطناعي نموذجاً، مجلة ديوجين، (1)
18. Bool, G , (1854). An Invetigation of The Laws of Thought, On Wich Are Founded the Mathematical Theories of Logic And Probabilities, (New York, NY: Dover Publication; Inc.)