



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة البصرة
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الرياضيات



الرياضيات المتقطعة
Discrete Mathmematics

مقدم إلى قسم الرياضيات كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة البصرة
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة بكالوريوس علوم الرياضيات

من قبل الطالبة

فاطمة كفاء

إشراف

د. مضر عباس مجيد

2025 - 2024

الإهداء

إلى الكهف الحصين وغيث المضطر المستكين وملاذ المؤمنين ومنقذ العالمين حضرة جناب الموقر صاحب الزمان (عج).

إلى من بها أعلوا وعليها ارتكز ، إلى النبيوع الذي لا يمل من العطاء ، والدعاء المستجاب (والدتي العزيزة).

إلى والدي المبجل أطال الله في عمره وأمدّه بالصحة والعافية.

إلى خير سند (اخوتي واخواتي).

شكر و تقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وآله الطيبين الطاهرين. يسرني أن أتقدم بالشكر الجزيل و الثناء الجميل إلى د. مضر عباس مجيد كان له الأثر الطيب في إنجاز هذا البحث ولو لا ملاحظاته وإنجازه لما خرج البحث بالصورة النهائية فجزاه الله خير الجزاء.

وانتقدم بخالص شكري وتقديري لجميع أساتذتي في قسم الرياضيات - كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة البصرة بدون استثناء.

المحتويات

1	مقدمة
2	المستخلص
	الفصل الأول : الجبر البوليني
3	1 - 1 التعاريف الاساسية
4	2 - 1 الجبر البوليني بقيمتين
5	3 - 1 الدوال البولينية
6	4 - 1 كيفية تحديد قيم الدالة البولينية
7	5 - 1 العمليات على الدوال البولينية
8	6 - 1 قوانين الجبر البوليني
	الفصل الثاني : نظرية البيان
9	1 - 2 تعاريف و امثلة
11	2 - 2 خواص البيانات
11	1 - 2 - 2 البيان البسيط
11	2 - 2 - 2 البيان الموجه
12	3 - 2 - 2 درجة العقدة
12	4 - 2 - 2 الدرجة الكلية
13	3 - 2 انواع خاصة من البيانات
13	1 - 3 - 2 Complete Graphs البيانات التامة
13	2 - 3 - 2 Cycles البيانات الدائرية
14	3 - 3 - 2 Wheels البيانات الدولابية
14	4 - 2 تمثيل البيانات Representing Graphs
14	1 - 4 - 2 مصفوفة الجوار Adjacency Matrix
15	2 - 4 - 2 مصفوفة الورود Incidence Matrix
17	الخلاصة
18	المراجع

مقدمة

الرياضيات المتقطعة هي فرع من فروع الرياضيات التي تهتم بدراسة الكيانات المنفصلة والمحدودة، مثل الأعداد الصحيحة والمجموعات والمنطق. تختلف الرياضيات المتقطعة عن الرياضيات التحليلية التي تركز على الكيانات المستمرة كالزمن أو المسافة. وتعتبر الرياضيات المتقطعة حجر الزاوية في العديد من التطبيقات العملية في علوم الكمبيوتر، نظرية المعلومات، والذكاء الصناعي، حيث تُستخدم في معالجة البيانات واتخاذ القرارات وتنظيم المعلومات.

من بين المواضيع الأساسية في الرياضيات المتقطعة، نجد نظرية البيان و الجبر البولياني، اللتين تلعبان دوراً محورياً في بناء أساسيات العديد من التطبيقات الحديثة.

نظرية البيان هي فرع من فروع الرياضيات التي تدرس مجموعات البيانات وكيفية تمثيل هذه البيانات بطريقة منظمة وفعالة. تهتم بتحديد العناصر المميزة للمجموعات، علاقات التداخل بينها، وكيفية دمجها وتقسيمها. هذه النظرية تعد حجر الزاوية في تطوير أنظمة إدارة البيانات، والخوارزميات المستخدمة في تصنيف البيانات وتحليلها.

أما الجبر البولياني فهو فرع آخر يعنى بدراسة العمليات المنطقية التي تتعامل مع القيم الثنائية (صواب وخطأ، 1 و 0). يعتمد الجبر البولياني على العمليات الأساسية مثل الاتحاد، التقاطع، والفرق، وهي مفاهيم تُستخدم بكثرة في تصميم الدوائر الكهربائية الرقمية وكتابة الخوارزميات في البرمجة.

المستخلص

يتناول هذا البحث موضوعين من الرياضيات المتقطعة وهما: الجبر البوليني ونظرية البيان وسوف نركز على اهم الموضوعات المتعلقة بهما واهم النظريات المترتبة حيث سنقسم البحث الى فصلين كالآتي:

الفصل الأول : في هذا الفصل سوف ندرس الجبر البوليني وكيف يتشكل النظام البوليني والعمليات على عناصر هذا النظام وكذلك الدوال البولينية.

الفصل الثاني : سوف نركز في هذا الفصل على نظرية البيان وكيفية تشكيل النظام البياني وسوف ندرس اهم النظريات التي تخص نظرية البيان.

الفصل الأول

الجبر البوليني

1 - 1 التعاريف الأساسية

نفرض B مجموعة غير خالية معرف عليها عمليتان ثنائيتان $(+)$ و (\cdot) و عملية أحادية يرمز لها بالرمز $(-)$ و معها عنصران مختلفان هما 0 و 1 .

عندئذ نسمي B جبراً بوليانياً إذا تحققت المسلمات التالية حيث x, y, z عناصر من B

1. قوانين التبديل

$$\forall x, y \in B \Rightarrow \begin{cases} x + y = y + x \\ x \cdot y = y \cdot x \end{cases}$$

2. قوانين التوزيع

$$\forall x, y, z \in B \Rightarrow \begin{cases} x + (y \cdot z) = (x + y) \cdot (x + z) \\ x \cdot (y + z) = (x \cdot y) + (x \cdot z) \end{cases}$$

3. قوانين التطابق (العنصر المحايد)

$$\forall x \in B \Rightarrow x + 0 = 0 + x = x$$

نقول أن العنصر (0) هو عنصر محايد بالنسبة للعملية $(+)$.

$$\forall x \in B \Rightarrow x \cdot 1 = 1 \cdot x = x$$

نقول أن العنصر (1) هو عنصر محايد بالنسبة للعملية (\cdot) .

4. قوانين الاتمام

$$\forall x \in B \exists \bar{x} : \begin{cases} x + \bar{x} = \bar{x} + x = 1 \\ x \cdot \bar{x} = \bar{x} \cdot x = 0 \end{cases}$$

ملاحظة

في بعض الاحيان نرمز للجبر البولياني بالرمز

$$\langle B, +, \cdot, -, 0, 1 \rangle$$

عندما نريد التأكيد على أجزائه الستة

قاعدة الأسبقية

إذا لم تكتب أقواس فإن العملية $(-)$ يكون لها الأسبقية على العملية (\cdot) و العملية (\cdot) يكون لها الأسبقية على العملية $(+)$

مثال

$x + y \cdot z$ تعني $x + (y \cdot z)$ وليس $(x + y) \cdot z$
 $x \cdot \bar{y}$ تعني $x \cdot (\bar{y})$ وليس $\overline{(x \cdot y)}$

1 - 2 الجبر البولياني بقيمتين

يعرف الجبر البولياني بقيمتين على مجموعة من عنصرين $B = \{0, 1\}$ حيث العمليتان الثنائيتان $(+)$ و (\cdot) و عملية الإتمام معطاة كما يلي:

x	y	$x \cdot y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

x	y	$x + y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

x	\bar{x}
0	1
1	0

ملاحظة

إن العمليات السابقة هي نفسها العمليات المنطقية:
 $(+)$ تقابل (\vee) or و (\cdot) تقابل (\wedge) and و $(-)$ تقابل (\sim) not .

مثال

لنثبت صحة قانون التوزيع التالي

$$x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$$

x	y	z	$y + z$	$x \cdot (y + z)$	$x \cdot y$	$x \cdot z$	$(x \cdot y) + (x \cdot z)$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

بمطابقة العمود الخامس و الاخير ينتج صحة القانون

3 - 1 الدوال البوليانية

من أجل تعريف الدالة البوليانية نعرف أولاً المتغير البولياني

المتغير البولياني

نقول أن المتغير x انه متغير بولياني اذا كان يأخذ قيمة من المجموعة $B = \{0, 1\}$ فقط. أي أن اذا كانت قيمته 0 أو 1.

من التعريف السابق يكون قد تحدد لدينا المجال المقابل. الآن نحدد المجال

نأخذ الضرب الديكارتي للمجموعة B بنفسها n من المرات أي $\underbrace{B \times B \times \dots \times B}_n$ من المرات

نحصل على B^n حيث

$$B^n = \{(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in B; 1 \leq i \leq n\}$$

الدالة البوليانية

هي تعبير جبري يتألف من المتغيرات الثنائية و الثوابت 0 و 1 و العمليات المنطقية، مجاله المجموعة B^n و مجاله المقابل B . و نحدد درجة الدالة حسب قيمة n .

مثال

الدالة $F_1 = x + \bar{y} + \bar{x} \cdot y$ هي دالة بوليانية من الدرجة الثانية لأنها يقرن كل زوج (x, y) من B^2 بـ $x + \bar{y} + \bar{x} \cdot y$
أما الدالة $F_2 = x + \bar{y} \cdot z$ هي دالة من الدرجة الثالثة لأنها تقرن كل ثلاثي (x, y, z) من B^3 بـ $x + \bar{y} \cdot z$

4 - 1 كيفية تحديد قيم الدالة البوليانية

من أجل تحديد قيم الدالة البوليانية ننشئ جدول الصواب للتعبير الذي يمثل الدالة.

مثال

لنوجد قيم الدالة البوليانية المعطاة كما يلي: $F(x, y, z) = x \cdot y + \bar{z}$

x	y	z	$x \cdot y$	\bar{z}	$F(x, y, z) = x \cdot y + \bar{z}$
0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1

تساوي الدوال البوليانية

تتساوى الدالتان البوليتان F, G بـ n من المتغيرات اذا و فقط اذا

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = G(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad \forall (x_1, x_2, \dots, x_n) \in B^n$$

ملاحظة

نقول عن تعبيرين بوليانيين مختلفين انهما متكافئان اذا كان كل منهما يمثل الدالة البوليانية نفسها

مثال

التعابير: $xy, xy + 0, xy \cdot 1$ هي تعابير بوليانية متكافئة

ملاحظة

ان عدد الدوال البولينية المختلفة من الدرجة n الممكنة هو 2^{2^n} لان عدد عناصر الضرب الديكارتي B^n هو 2^n و بما اننا نسند للدالة القيمة 0 أو 1 الى كل من المتعددات ذات الطول n و المختلفة.

5 - 1 العمليات على الدوال البولينية

1- الجمع البوليني للدوال

نعرف عملية الجمع للدالتين البولينيتين F, G كمايلي:

$$(F + G)(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(x_1, x_2, \dots, x_n) + G(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

2- الضرب البوليني للدوال

نعرف عملية الضرب للدالتين البولينيتين F, G كمايلي:

$$(F \cdot G)(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \cdot G(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

3- متمم الدالة البولينية

اذا كانت F دالة بولينية من B^n الى B . فإننا نعرف متمم هذه الدالة بالعلاقة

$$\overline{F}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \overline{F(x_1, x_2, \dots, x_n)}$$

كيفية الحصول على متمم الدالة البولينية F

نرمز له بـ \overline{F} نحصل عليه باستبدال الاصفار بواحدات و الواحدات بأصفار في قيم الدالة F وهذا يمكن اشتقاق متمم الدالة جبرياً من خلال قانوني ديمورغان حيث نستطيع تحديد هذه القوانين لأكثر من متغيرين.

مثال

لتكن لدينا الدالة البولينية

$$F(x, y, z) = x + y + z$$

اوجد متمم هذه الدالة.

الحل

من أجل إيجاد $\overline{F(x, y, z)} = \overline{(x + y + z)}$ نفرض $y + z = A$ ونعوض

$$\overline{(x + y + z)} = \overline{(x + A)}$$

حسب قانون ديمورغان:

$$\overline{(x + A)} = \bar{x} \cdot \bar{A} = \bar{x} \cdot \overline{(y + z)} = \bar{x} \cdot (\bar{y} \cdot \bar{z}) = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$$

اذن

$$\overline{F(x, y, z)} = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$$

6 - 1 قوانين الجبر البولياني

القانون	الاسم
$\overline{\bar{x}} = x$	الاتمام المضاعف
$x + x = x, \quad x \cdot x = x$	قوانين تساوي القوى
$x + 0 = x, \quad x \cdot 1 = x$	قوانين المحايد
$x \cdot 0 = 0, \quad x + 1 = 1$	قوانين الهيمنة
$x + y = y + x, \quad x \cdot y = y \cdot x$	قوانين الابدال
$x + (y + z) = (x + y) + z, \quad x(yz) = (xy)z$	قوانين التجميع
$x + yz = (x + y) \cdot (x + z), \quad x(y + z) = xy + xz$	قوانين التوزيع
$\overline{xy} = \bar{x} + \bar{y}, \quad \overline{\bar{x} + \bar{y}} = x \cdot y$	قوانين ديمورغان
$x + xy = x, \quad x(x + y) = x$	قوانين الامتصاص
$x + \bar{x} = 1$	الخاصية الواحدية
$x \cdot \bar{x} = 0$	الخاصية الصفرية

الفصل الثاني

نظرية البيان

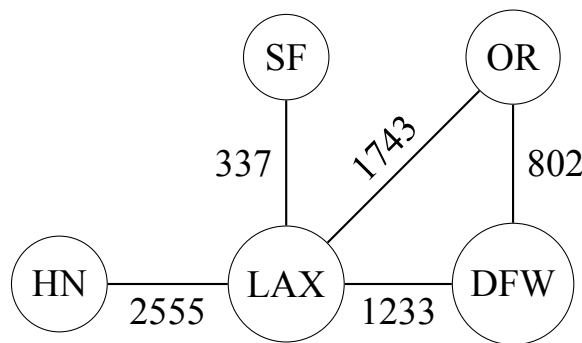
2 - 1 تعاريف و امثلة

تعريف

البيان G عبارة عن ثنائي مرتب (V, E) حيث V هي مجموعة غير خالية منتهية من العقد Vertcies و E هي مجموعة الاسهم Edges.

مثال

ليكن لدينا مجموعة من المطارات في دولة ما. بعض تلك المطارات يرتبط برحلات مباشرة مع مطارات اخرى من نفس البلد او مع بلدان اخرى و البعض الاخر يرتبط مع باقي المطارات.



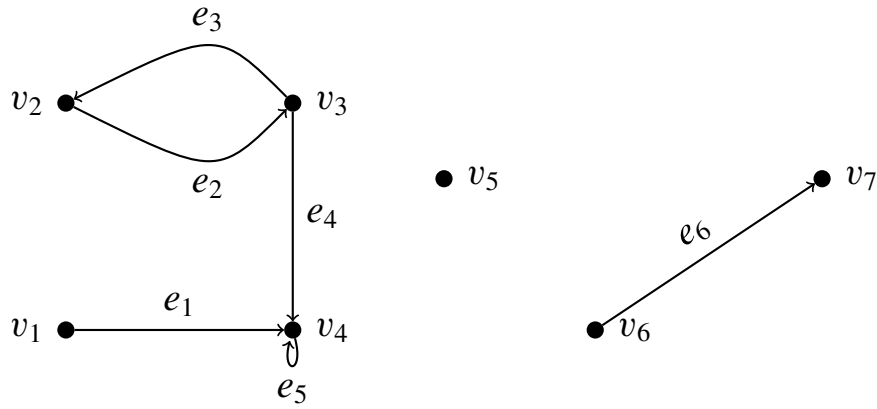
في الشكل اعلاه عبرنا عن كل مطار بنقطة و اذا كان مطاران مرتبطان برحلة مباشرة نمثلها بخط و على الخط يمكن ان نضع المسافة بين المطارين.

ملاحظات

1. كل سهم له عقدة او عقدتين مرتبطتين تسمى أطراف السهم Endpoints.
2. يسمى السهم الذي له عقدة واحدة مرتبطة به بالحلقة Loop.
3. تسمى الاسهم التي تتشارك بنفس النهايات بالاسهم المتوازية Parallel.
4. تسمى العقدتين المرتبطتين بالسهم على انهما متجاورتين Adjacent.
5. تسمى العقدة التي ليس لها اسهم واردة بالمعزولة Isolated.

مثال

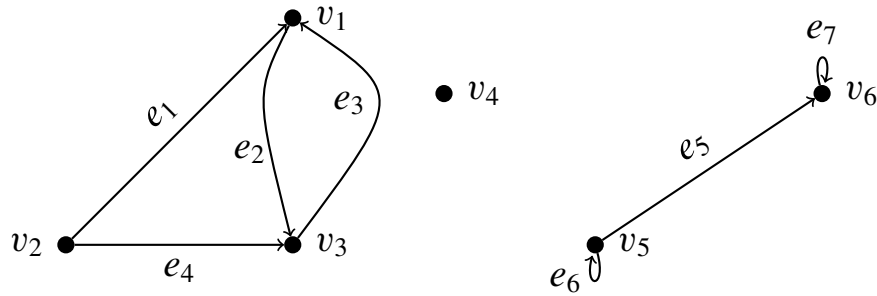
ليكن لدينا البيان



في الشكل اعلاه السهم e_5 مثال على الحلقة و e_2, e_3 أسهم متوازية و العقدة v_5 مثال على العقدة المعزولة و العقدتان v_6, v_7 مثال على العقد المتجاورة.

مثال

ليكن لدينا البيان التالي



مجموعة العقد $\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$

مجموعة الأسهم $\{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$

السم	نهايتي السهم
e_1	$\{v_1, v_2\}$
e_2	$\{v_1, v_3\}$
e_3	$\{v_1, v_3\}$
e_4	$\{v_2, v_3\}$
e_5	$\{v_5, v_6\}$
e_6	v_5
e_7	v_6

نلاحظ أن e_6, e_7 هي حلقات و v_4 عقدة معزولة

ملاحظة

يمكن لمجموعة العقد V للبيان G أن تكون غير منتهية $|V| = \infty$ نسمي البيان الذي له عدد غير منته من العقد أو عدد غير منته من الاسهم بالبيان غير المنتهي Infinite Graph.

2 - 2 خواص البيانات

1 - 2 - 2 البيان البسيط

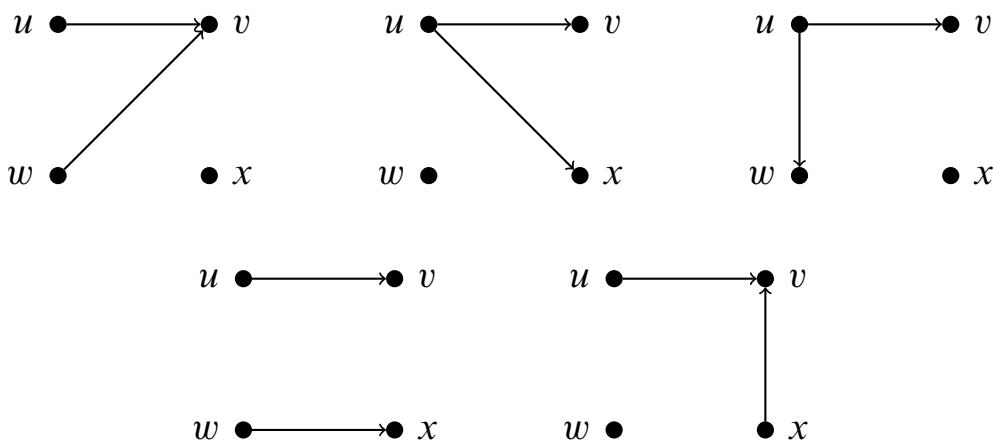
ليكن G بيان، يسمى G بيان بسيط اذا كان لا يحتوي أية حلقات أو أسهماً متوازية. في البيان البسيط نرسم للسهم المحدد بالطرفين v, w بـ $\{v, w\}$

مثال

لتكن $V = \{u, v, w, x\}$ مجموعة عقد و لدينا سهمان احدهما $\{u, v\}$ ، عدد الاسهم الممكنة من اربعة عقد هي 6 اسهم كما يلي

$$\{u, v\}, \{u, w\}, \{u, x\}, \{v, w\}, \{v, x\}, \{w, x\}$$

واحد منها هو $\{u, v\}$ بالتالي السهم الثاني يمكن ان يكون واحد من الاسهم الخمسة المتبقية



2 - 2 - 2 البيان الموجه

البيان $G = (V, E)$ حيث V مجموعة غير خالية من العقد و E هي مجموعة الاسهم الموجهة، حيث كل سهم يرتبط بزوج مرتب من العقد ندعوها طرفي السهم Endpoints.

مثال

في البيان الموجه اذا وجد سهم من v الى w فليس من الضروري ان يوجد سهم من w الى v اي لدينا زوج مرتب $\{v, w\}$ بمعنى $\{v, w\} \neq \{w, v\}$ نسمي العقدة v بالذيل tail و w بالرأس head

2 - 2 - 3 درجة العقدة

هي عدد الاسهم التي تصل الى العقدة، و اذا كان السهم حلقة نعيده مرتين. و نرمز لها بالرمز $\deg(v)$

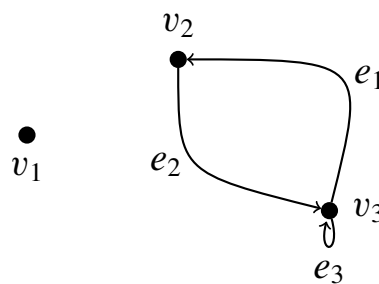
2 - 2 - 4 الدرجة الكلية

هي مجموع درجات العقد التي يتألف منها

$$\deg(G) = \sum_{v \in V} \deg(v)$$

مثال

ليكن لدينا البيان



$$\Rightarrow \deg(v_1) = 0, \quad \deg(v_2) = 2, \quad \deg(v_3) = 4$$

$$\Rightarrow \deg(G) = 0 + 2 + 4 = 6$$

مبرهنة

ليكن في البيان $G = (V, E)$ غير الموجه n من الاسهم. يكون لدينا

$$\sum_{v \in V} \deg(v) = 2n$$

نتيجة

الدرجة الكلية لبيان هي عدد زوجي.

مبرهنة

في البيان غير الموجه يوجد عدد زوجي من العقد التي درجاتها عدد فردي.

الدرجة الواردة in-degree: لعقدة v في بيان موجه هي عدد الاسهم التي تصل هذه العقدة و نرمز لها بالرمز $\deg_-(v)$

الدرجة الصادرة (الخارجة) out-degree: لعقدة v في بيان موجه هي عدد الاسهم التي تخرج من هذه العقدة و نرمز لها بالرمز $\deg_+(v)$

مبرهنة

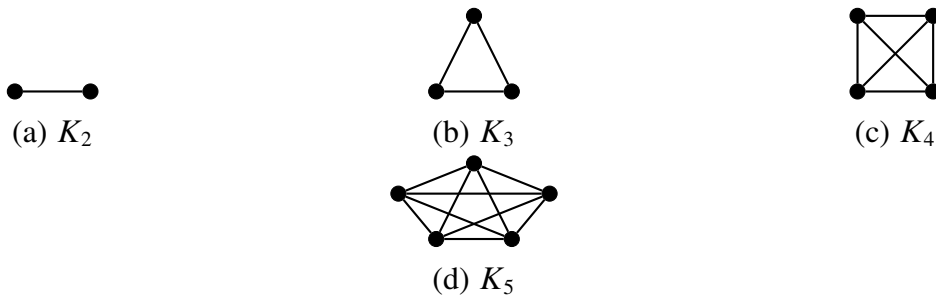
ليكن في البيان $G = (V, E)$ الموجه n من الاسهم يكون لدينا

$$\sum_{v \in V} \deg_-(v) = \sum_{v \in V} \deg_+(v) = n$$

2 - 3 انواع خاصة من البيانات

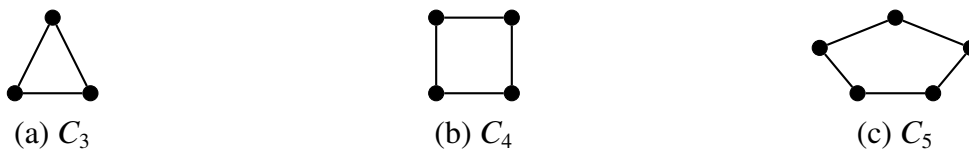
2 - 3 - 1 البيانات التامة Complete Graphs

هي عبارة عن بيانات بسيطة بـ n من العقد بحيث انها تحتوي على سهم واحد بين كل زوج من العقد المختلفة. و نرمز لها بـ K_n كما في الشكل التالي:



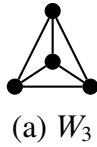
2 - 3 - 2 البيانات الدائرية Cycles

هي عبارة عن بيانات بسيطة بـ n من العقد حيث $(n \geq 3)$ و v_1, v_2, \dots, v_n من الاسهم $\{v_1, v_2\}, \{v_2, v_3\}, \dots, \{v_{n-1}, v_n\}$ ونرمز لها بالرمز C_n كما في الشكل التالي



2 - 3 - 3 البيانات الدولابية Wheels

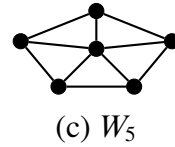
يتم الحصول عليها بإضافة عقدة الى البيانات الدائرية ($n \geq 3$) و اضافة سهم من العقدة الجديدة الى كافة العقد الاخرى. ونرمز لها بـ W_n كما في الشكل التالي



(a) W_3



(b) W_4



(c) W_5

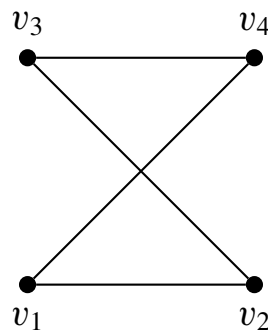
2 - 4 - 2 تمثيل البيانات Representing Graphs

2 - 4 - 1 مصفوفة الجوار Adjacency Matrix

ليكن لدينا البيان غير الموجه $G = (G, V)$ المكون من مجموعة العقد $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ نعرف مصفوفة الجوار للبيان G على انها المصفوفة المربعة $A = [a_{ij}]$ ذات البعد $n \times n$ المعرفة على النحو التالي a_{ij} يساوي عدد الاسهم التي تربط العقدة v_i بالعقدة v_j .

مثال

اوجد مصفوفة الجوار للبيان التالي

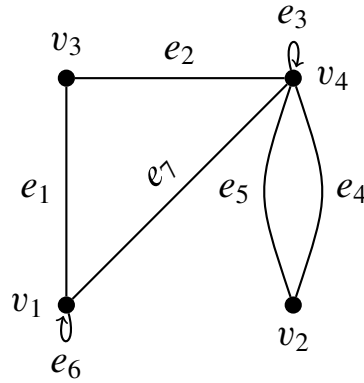


الحل

$$\begin{matrix} & v_1 & v_2 & v_3 & v_4 \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

مثال

اوجد مصفوفة الجوار للبيان التالي



الحل

$$\begin{matrix} & v_1 & v_2 & v_3 & v_4 \\ \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

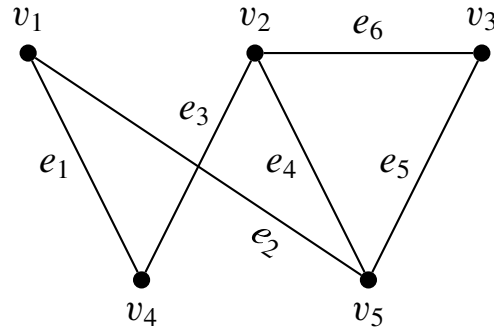
2 - 4 - 2 مصفوفة الورد Incidence Matrix

ليكن لدينا البيان غير الموجه $G = (G, V)$ المكون من مجموعة العقد $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ و مجموعة الاسهم $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ نعرف مصفوفة الورد للبيان G على انها المصفوفة $M = [m_{ij}]$ ذات البعد $n \times m$ على النحو التالي

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{عندما السهم } e_j \text{ يصل العقدة } v_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

مثال

اوجد مصفوفة الورد للبيان التالي



الحل

$$\begin{array}{c}
 e_1 \quad e_2 \quad e_3 \quad e_4 \quad e_5 \quad e_6 \\
 \begin{array}{c} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \end{array} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

الخلاصة

تناول هذا البحث موضوعين من الرياضيات المتقطعة وهما: الجبر البوليني ونظرية البيان. تم التركيز على أهم الموضوعات المتعلقة بهما وأهم النظريات المترتبة، حيث تم تقسيم البحث إلى فصلين على النحو التالي:

الفصل الأول : في هذا الفصل تم دراسة الجبر البوليني وكيفية تشكيل النظام البوليني والعمليات على عناصر هذا النظام، وكذلك الدوال البولينية.

الفصل الثاني : تم التركيز في هذا الفصل على نظرية البيان وكيفية تشكيل النظام البياني، كما تم دراسة أهم النظريات التي تخص نظرية البيان.

المراجع

- [1] سليم شفيق الأشهب، الرياضيات المتقطعة لطلبة العلوم والحاسوب، دار المناهج للنشر والتوزيع، 2013.
- [2] روجي ابراهيم الخطيب، الرياضيات المتقطعة، دار المسيرة للنشر و التوزيع، 2013.
- [3] ميسم أحمد جديد، الرياضيات المتقطعة، منشورات جامعة الشام الخاصة، 2021.
- [4] احمد عبدالعزيز، المختصر المفيد في اساسيات ومفاهيم الجبر البوليني والبوابات المنطقية، 2018.
- [5] رامي شاهين و سهيل محفوض، نظرية البيان، جامعة تشرين - كلية العلوم، 2011.