ريتشارد بيلمان والبرمجة الديناميكية[1]

بقلم : سيريل إيمبرت Cyril Imbert[2]

ترجمة الطالبتين : سمـــــاح حمزاوي

فاطمة الزهراء بولنوار

ريتشارد بيلمان (1920–1984)

ولد ريتشارد بيلمان Richard Bellman يوم 26 أغسطس 1920 بنيويورك. وعند الانتهاء من دراسته الجامعية في جامعة بالتيمور Baltimore، شغل في البداية منصب مدرب في الجيش قبل أن يلتحق

---

[1] العنوان الأصلي للمقالة : RICHARD BELLMAN ET LA PROGRAMMATION DYNAMIQUE

موقعها الإلكتروني: http://www.breves-de-maths.fr/richard-bellman-et-la-programmation-dynamique/

حررت المقالة بناءً على عمل :

– جون جوزيف أوكونور John Joseph O'Connor، صفحته المهنية :
https://risweb.st-andrews.ac.uk/portal/en/persons/john-joseph-oconnor(d8ca4d9f-4b1b-4627-93f9-c035fa1e1b6c).html

– وإدموند ف. روبرتسون Edmund F. Robertson، صفحته المهنية :
http://www-groups.mcs.st-andrews.ac.uk/~edmund/

جامعة سانت أندروز Univ. St Andrews، موقعها الإلكتروني: https://www.st-andrews.ac.uk/

[2] صفحته المهنية : https://perso.math.u-pem.fr/imbert.cyril/

–المركز القومي للبحوث العلمية (CNRS) (فرنسا)، موقعه الإلكتروني: http://www.cnrs.fr/

–جامعة باريس–شرق كريتاي Univ. Paris-Est Créteil، موقعها الإلكتروني: http://www.u-pec.fr/

بمشروع مانهاتن Manhattan[3] بين عامي 1944 و 1946. وبعد ذلك، أعدّ أطروحة حول المعادلات التفاضلية في جامعة برينستون Princeton تحت إشراف لفشيتز Lefschetz [4]، ودخل حينئذ المسار الأكاديمي. وقد استهوته نظرية الأعداد، كما أغرته التحديات الرياضياتية التي تطرحها تطبيقاتها.

"في ذلك العصر، كانت أسرة الرياضياتيين تعتبر الباحثين في العلوم التطبيقية رعايا من الطبقة الثانية... وعندما تُوجَّه دعوات لبيلمان من أجل إلقاء محاضرات... يحرص دائما على تبرير اختياره للرياضيات التطبيقية بدلاً من الرياضيات البحتة، وذلك من خلال الإشارة إلى التحديات الكبرى وإلى احتياجات العالم الحقيقي من مادة الرياضيات"، س. دريفوس S. Dreyfus (2002).

[وردت هذه الفقرة باللغة الإنكليزية في المقالة، وتُرجمت إلى الفرنسية في ذيلها من قبل س. إيمبرت C. Imbert (المترجم)].

قرر بيلمان الانضمام إلى شركة "راند"[5] RAND سنة 1952. وخلال تلك الفترة، قام بصياغة مفهوم **البرمجة الديناميكية** الذي سيكون له آثار علمية وتقنية كبيرة. وقد استأنف مسيرته الجامعية سنة 1965 في جامعة "جنوب كاليفورنيا" Southern California . ولكن، ما الذي أدركه بيلمان حتى دفعه إلى تصدّر المشهد العلمي؟

عندما التحق بيلمان بمؤسسة "راند"، عُرِض عليه العمل في مسائل صنع القرار متعدد المستويات. واليوم، تُعتبر بعض هذه المسائل من اختصاص التحكم الأمثل[6]، سواء تعلق الأمر بتوجيه قمر صناعي (عند الإقلاع[7] أو عند تجميع الحطام الفضائي[8])، أو تحسين تشخيص مرض جنون البقر[9]... بل تمسّ تلك المسائل، بطريقة غير مباشرة، حتى إدارة حركة المرور[10].

لنأخذ، على سبيل المثال، موضوع توجيه قمر صناعي. يتم تحديد مساره من خلال المبدأ الأساسي للديناميكا الذي تصفه معادلة تفاضلية[11]. يمكننا التحكم في مساره ساعين إلى تقليل استهلاك الوقود الذي سيستهلكه طوال الرحلة. ينص مبدأ البرمجة الديناميكية على أن تقليل استهلاك رحلة تمر عبر نقطة A في اللحظة t وتنتهي في اللحظة T، يعود إلى تقليل هذا الاستهلاك حتى نقطة وسيطية B يتم الوصول إليها

---

[3] انظر: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Manhattan_Project

[4] انظر: http://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Lefschetz.html

[5] انظر: https://en.m.wikipedia.org/wiki/RAND_Corporation

[6] انظر: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Optimal_control

[7] انظر: مقالة من نفس السلسلة وضمن هذه المذكرة بعنوان " تحسين مسارات إطلاق صواريخ أريان " على الرابط التالي : http://www.breves-de-maths.fr/optimisation-des-trajectoires-des-lanceurs-ariane/

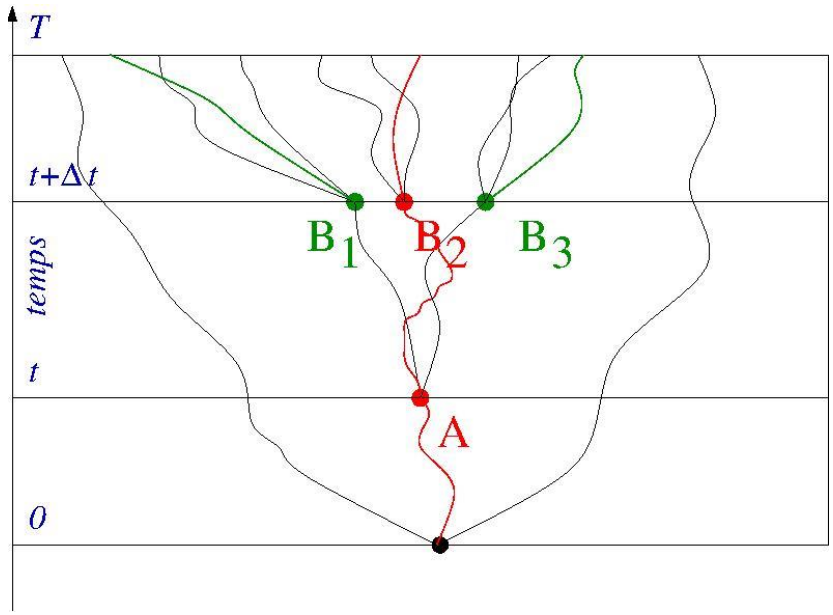
[8] انظر: مقالة من نفس السلسة وضمن هذه المذكرة بعنوان " التخطيط لبعثات جمع بقايا المركبات الفضائية " على الرابط التالي : http://www.breves-de-maths.fr/planification-de-missions-ramasser-des-debris-spatiaux/

[9] انظر: http://www.breves-de-maths.fr/la-vache-etait-folle-de-proteines/

[10] انظر: http://www.breves-de-maths.fr/mais-dis-moi-laitier/

[11] انظر: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Differential_equation

خلال الفترة Δt، ثم تقليل الاستهلاك انطلاقا من هذه النقطة. اختيار هذه النقطة B هو أحد العوامل التي يجب مراعاتها لتقليل إجمالي الاستهلاك (انظر الشكل أدناه).



يمثل المنحنى الأحمر المسار الأمثل بين اللحظة الأولي (0) واللحظة النهائية *T*. يمرّ هذا المنحنى بالنقطة *A* في اللحظة *t* . المنحنيان الأخضران المنطلقان من النقطتين *B*1 و*B*3 في اللحظة *t* + Δ*t* هما أيضا مُثلَيَان. ولكن المنحنيين بين *A* وهاتين النقطتين ليستا كذلك.

يمكننا، بوجه خاص، التعبير عن استهلاك الطاقة بين أيّ لحظة t (بين لحظتي البداية والنهاية) واللحظة $t+\Delta t$ والحصول على ما يسمى بمعادلة هاملتون –جاكوبي –بيلمان Hamilton-Jacobi-Bellma[12]. فمن بين ما يتيحه لنا حلّ هذه المعادلة معرفة أفضل طريقة نوجّه بها القمر الصناعي حتى نُقلِّل الاستهلاك إلى أدنى حدّ ممكن.

كان ريتشارد بيلمان رياضياتيا غزير الإنتاج. لقد نشر منفردا أو بالاشتراك مع آخرين أكثر من 600 بحث، وأزيد من 40 كتاباً. وكان وضعه الصحي قد أنهكه بعد استئصال ورم في الدماغ سنة 1973. ومع ذلك نشر بعد ذلك التاريخ نحو مائة بحث قبل أن يرحل سنة 1984.

للاستزادة:

- J. J. O'Connor et E. F. Robertson (2005), "Biography of Richard Bellman", MacTutor History of Mathematics.
  http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Bellman.html
- السيرة الذاتية لـــريتشارد بيلمان :

R. Bellman (1984), "Eye of the Hurricane: An Autobiography ", World Scientific Publishing.

[12] انظر: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Hamilton%E2%80%93Jacobi%E2%80%93Bellman_equation

- مقالات من نفس السلسلة :

Mais dis-moi laitier, ton lait va tourner !
http://www.breves-de-maths.fr/mais-dis-moi-laitier/

Optimisation des trajectoires des lanceurs Ariane
http://www.breves-de-maths.fr/optimisation-des-trajectoires-des-lanceurs-ariane/

La vache était folle… de protéines
http://www.breves-de-maths.fr/la-vache-etait-folle-de-proteines/

مصدر الصورة : Alfred Eisenstaedt / Time Inc ; C. Imbert