



COORDINATEUR: Daniel Hirschkoﬀ

PARTENAIRES: ENS de Lyon, Shanghai Jiao Tong University, INRIA

Abstract: PACE aims at promoting and developing coinductive techniques, by increasing the range of areas they are used for and discovering new applications. We rely on coinduction to handle various forms of computation (higher-order, probabilistic, ..) and to define new analysis techniques for programs and systems.

OBJECTIFS DU PROJET

PACE vise à développer l'utilisation de la **coinduction** pour analyser des propriétés de systèmes pouvant manifester des comportements infinis.

Qu'il s'agisse d'approches pour garantir la confidentialité des données, ou de programmes manipulant des probabilités, présentant des traits concurrents ou d'ordre supérieur, le point de vue coinductif permet :

- . d'établir des résultats d'**expressivité** (classifier les langages, analyser les programmes, prendre en compte des aspects tels que la distribution ou l'incertitude) ;
- . de développer des **algorithmes** (et, plus généralement, des méthodes d'analyse ou des techniques de preuve) permettant d'établir des propriétés d'équivalence comportementale (deux programmes calculent la même chose, deux systèmes sont indistinguables, ..).

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

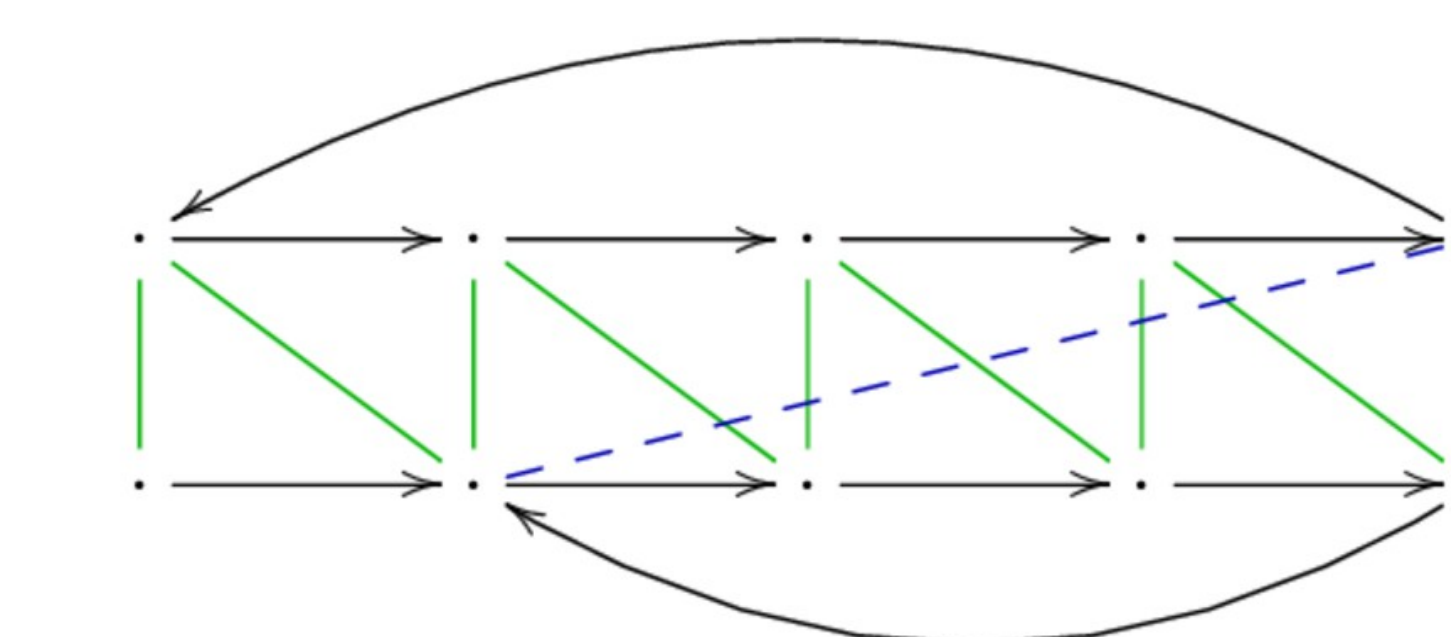
Les contributions du projet PACE sont pour l'essentiel théoriques. Certains de nos résultats portant sur des méthodes d'analyse coinductives ont fait l'objet d'implémentations et de formalisations dans l'assistant de preuve Coq.

Nous avons pu utiliser l'approche coinductive dans des cadres où elle n'était que peu ou pas employée. Cela nous a permis de proposer de nouveaux modèles pour divers traits de programmation, et de définir des algorithmes pour l'analyse automatisée de propriétés de systèmes.

En retour, ce travail consistant à adapter les méthodes coinductives à des cadres nouveaux nous a fait progresser dans la compréhension de la coinduction et des techniques de preuves associées (techniques *up-to*). Ces progrès ont pu être formulés dans des cadres généraux abstraits, en théorie des ordres ou en théorie des catégories.

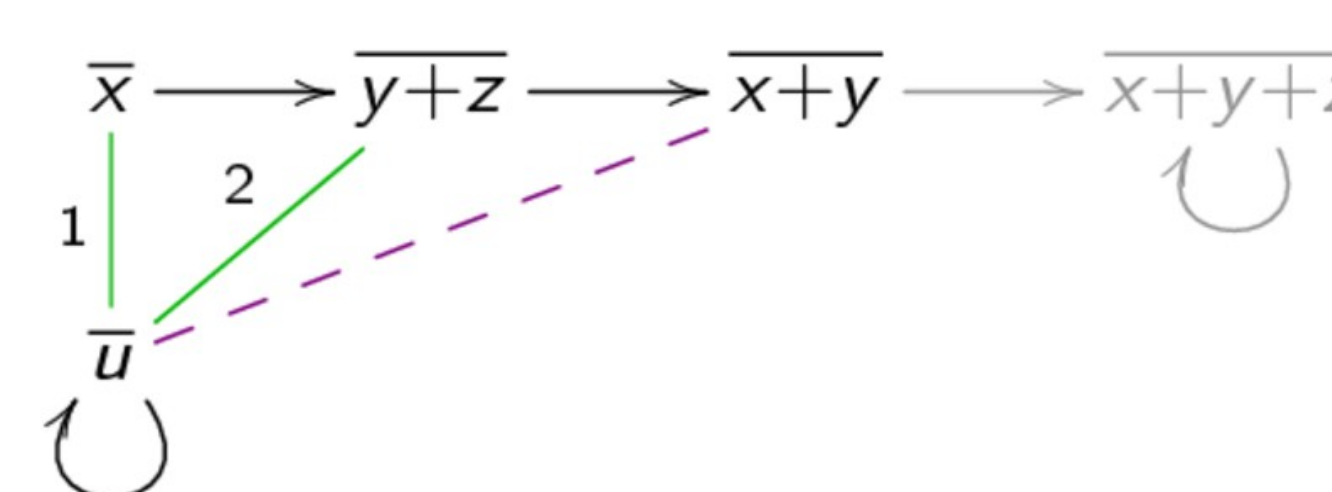
Hacking Nondeterminism with Induction and Coinduction

By Filippo Bonchi and Damien Pous *Communications of the ACM, Vol. 58 No. 2, Pages 87-95*



Complexité: presque linéaire

[Hopcroft & Karp '71]
[Tarjan '75]



$$\begin{aligned}
 x+y &= u+y & (1) \\
 &= y+z+y & (2) \\
 &= y+z & \\
 &= u & (2)
 \end{aligned}$$

Amélioration d'un algorithme classique sur les automates via la coinduction up-to

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

D'importantes contributions ont été obtenues par le projet PACE - on peut notamment mentionner 4 publications à **POPL**, 12 à **LICS**, 1 dans **CACM Research Highlights**. Parmi les directions de recherche les plus fructueuses, citons les méthodes coinductives pour les langages probabilistes, les propriétés de décidabilité et de complexité d'équivalences coinductives, les approches coinductives pour définir des méthodes de vérification, et l'analyse de questions de confidentialité différentielle.

Les travaux menés dans PACE se prolongeront dans le cadre des deux projets suivants :

- . le projet **ERC CoVeCe** (porteur : D. Pous, début en 2016), sur la coinduction et ses applications ;
- . le projet **ANR Repas** (ANR PRC 2016), sur les données privées et les métriques de bisimulation.

Par ailleurs, une collaboration entre établissements français et chinois (ENS de Lyon et East China Normal University, Shanghai), mise en place en 2016, s'appuie sur la dynamique d'échanges initiée au sein de PACE.

