

Deep machine learning methods for plant phenomics

Afonnikov D.A.

Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, Novosibirsk, Russia

ada@bionet.nsc.ru

Modern genetics of crops is based on the search for genes that control important traits, based on genome-wide associations between genotype and phenotype. To increase the accuracy of the analysis, an assessment of hundreds and thousands of samples in one experiment is required. This requires processing big data on plant phenotypes. These tasks are being actively solved within the framework of phenomics, a new field of plant science aimed at automatic high throughput assessment of plant phenotype. The methods of phenomics are based primarily on the analysis of digital images, both using conventional algorithms and deep machine learning methods.

Deep machine learning methods are aimed at more accurate extraction of plant phenotypic characteristics and used both in solving the problem of segmentation, image classification, as well as searching for objects in the image. The report will present the application of deep machine learning methods for recognizing fungal diseases of wheat, in the task of analyzing and classifying wheat ears, counting ears on images of wheat crops obtained using UAVs.

The work supported in part by RSF grant No. 23-14-00150.

植物表型學的深度機器學習方法

Afonnikov D.A.

ICG SB RAS, 新西伯利亞, 俄羅斯

ada@bionet.nsc.ru

現代農業植物遺傳學基於基於全基因組基因型-表型關聯尋找控制重要性狀的基因。提高分析的準確性需要在單個實驗中評估成百上千個樣本。這需要處理植物表型的大數據。

這些任務正在表型組學的框架內積極解決，表型組學是一個旨在對植物表型進行自動大規模評估的新科學領域。現象學方法主要基於對數字圖像的分析，既有傳統算法的幫助，也有深度機器學習方法的幫助。

深度機器學習方法旨在基於機器學習更準確地提取植物表型特徵，用於解決圖像中的分割、圖像分類和對象搜索等問題。

該報告將介紹深度機器學習方法在識別小麥真菌病害方面的應用，分析和分類麥穗問題，在使用無人機獲得的小麥作物圖像上計算穗數。

這項工作得到了俄羅斯科學基金會第 23-14-00150 號贈款的部分支持。

DOI 10.18699/sblai2023-17

Геометрия фазовых портретов одного класса генных сетей

Голубятников В.П.

Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

vladimir.golubyatnikov1@fulbrightmail.org

В недавней работе [1] исследована нелинейная динамическая система, описывающая генную сеть, которая контролирует функциональное состояние эмбриональных стволовых клеток мыши; там же были проведены вычислительные эксперименты, позволившие дать численное описание параметров модели, гарантирующих бистабильность этой системы.

С помощью методов качественной теории дифференциальных уравнений и подходов, разработанных нами в [2], мы исследуем фазовые портреты аналогичных динамических

систем и распространяем результаты, полученные в [1], на более широкие области параметров и на более общий вид правых частей уравнений. В частности, при описании отрицательных регуляторных связей здесь, кроме монотонно убывающих функций Хилла, можно использовать любые монотонно убывающие функции.

Установлены условия, при которых такие системы имеют несколько стационарных решений. Вопросы устойчивости этих решений сведены к проверке известного критерия Вышнеградского и к другим алгебраическим процедурам. Так же, как и в [2], показано, что около неустойчивых решений могут возникать циклы.

Литература

1. Akberdin I.R., Omelyanchuk N.A., Fadeev S.I., Leskova N.E., Oschepkova E.A., Kazantsev F.V., Matushkin Yu.G., Afonnikov D.A., Kolchanov N.A. Pluripotency gene network dynamics: System views from parametric analysis, PLoS ONE, 2018, vol.13, no. 3, e0194464.
2. Golubyatnikov V.P., Podkolodnaya O.A., Podkolodnyy N.L., Ayupova N.B., Kirillova N.E., Yunosheva E.V. On conditions for the existence of cycles in two models of a circadian oscillator of mammals, Journal of Applied and Industrial Mathematics, 2021, vol. 15, no 4, P. 597-608.

Geometry of phase portraits of one class of gene networks models

Golubyatnikov V.P.

Sobolev Institute of Mathematics of SB RAS, Novosibirsk, Russia

vladimir.golubyatnikov1@fulbrightmail.org

Recent publication [1] was devoted to investigation of one non-linear dynamical system considered as a model of gene network which controls functional states of embryonic stem cells of a mouse. Numerical experiments were done in this work in order to describe conditions of bi-stability of this model in terms of its parameters.

On the basis of Qualitative Theory of Differential Equations, using approaches elaborated in [2], we study phase portraits of analogous dynamical systems and extend results of the paper [1] to more wide domains of parameters, and to more general right-hand sides of the equations. In particular, we show that it is not necessary to use only the Hill's decreasing functions in description of negative regulatory feedbacks. Here, any monotonically decreasing function gives the same result in modeling of similar gene networks.

We obtain conditions of existence of several equilibrium solutions to these dynamical systems. Stability of these equilibriums can be verified with the help of Vyshnegradskii criterion or by other algebraic procedures. As in [2], we show that some neighborhoods of unstable equilibrium solutions can contain cycles of these systems.

References

1. Akberdin I.R., Omelyanchuk N.A., Fadeev S.I., Leskova N.E., Oschepkova E.A., Kazantsev F.V., Matushkin Yu.G., Afonnikov D.A., Kolchanov N.A. Pluripotency gene network dynamics: System views from parametric analysis, PLoS ONE, 2018, vol.13, no. 3, e0194464.
2. Golubyatnikov V.P., Podkolodnaya O.A., Podkolodnyy N.L., Ayupova N.B., Kirillova N.E., Yunosheva E.V. On conditions for the existence of cycles in two models of a circadian oscillator of mammals, Journal of Applied and Industrial Mathematics, 2021, vol. 15, no 4, P. 597-608.

一類基因網絡的相圖幾何

Golubyatnikov V.P. 副總裁

IM SB RAS, 新西伯利亞, 俄羅斯

vladimir.golubyatnikov1@fulbrightmail.org

在最近的一項工作中

[1], 研究了描述控制小鼠胚胎幹細胞功能狀態的基因網絡的非線性動態系統; 在那裡進行了計算實驗, 這使得可以對保證該系統雙穩態的模型參數進行數值描述。

使用微分方程定性理論的方法和我們在 [2] 中開發的方法，我們研究了類似動力系統的相圖，並將 [1] 中獲得的結果擴展到更廣泛的參數範圍和更一般的形式等式的右邊。特別地，在描述負調節關係時，這裡除了單調遞減的希爾函數外，還可以使用任何單調遞減的函數。

建立了這樣的系統具有多個固定解決方案的條件。這些解決方案的穩定性問題簡化為檢查著名的 Vyshnegradsky 準則和其他代數程序。正如在 [2] 中一樣，它表明循環可能在不穩定的解決方案附近出現。

文學

1. Akberdin I.R., Omelyanchuk N.A., Fadeev S.I., Leskova N.E., Oschepkova E.A., Kazantsev F.V., Matushkin Yu.G., Afonnikov D.A., Kolchanov N.A. Pluripotency gene network dynamics: System views from parametric analysis, PLoS ONE, 2018, vol.13, no. 3, e0194464.
2. Golubyatnikov V.P., Podkolodnaya O.A., Podkolodnyy N.L., Ayupova N.B., Kirillova N.E., Yunosheva E.V. On conditions for the existence of cycles in two models of a circadian oscillator of mammals, Journal of Applied and Industrial Mathematics, 2021, vol. 15, no 4, P. 597-608.

DOI 10.18699/sblai2023-18

Нейронно-сетевые аспекты регуляции поведения

Дыгало Н.Н.

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия
dygalo@bionet.nsc.ru

Основой активности центральной нервной системы и поведения являются функции больших и локальных нейронных сетей мозга. Магнитно-резонансно-томографические исследования свидетельствуют о смене под влиянием внешних и/или внутренних стимулов активности мозга, а также матрицы функциональной коннективности его нейронных ансамблей, что, как полагают, и приводит к индукции определенного поведения. Коннективность базируется на активности нейронов и является проявлением связей областей мозга, интегрирующих сенсорные, когнитивные и моторные функции. Хомогенетическая модуляция активности разнообразных групп и типов нейронов изменяет коннективность мозга. В связи с этим возникает предположение о возможности использования хомогенетики для коррекции поведения и перестройки патологических механизмов нервных и психических заболеваний путем воздействия на коннективность, повышая или снижая активность одной или нескольких групп взаимодействующих нейронов. Оценка такой возможности путем хомогенетической параллельной однонаправленной или разнонаправленной модуляции активности удаленных нейронных популяций мозга, участвующих в регуляции психоэмоционального поведения, свидетельствует о реальности «управления» поведением на основе нейронно-сетевых механизмов его регуляции.

Neural network aspects of behavior regulation

Dygalo N.N.

Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, Novosibirsk, Russia
dygalo@bionet.nsc.ru

The basis of the activity of the central nervous system and behavior are the functions of large and local neural networks of the brain. External and/or internal stimuli, as evidenced by magnetic resonance imaging studies change the activity of the brain, as well as the matrix of functional connectivity of its neural ensembles, which believed to lead to the induction of certain behavior. Connectivity is based on the activity of neurons and is a manifestation of the interaction of brain