

20年 1月 11日

環境生命工学専攻	学籍番号	039404
申請者氏名	D.W.M.U.C.S.P. Divigalpitiya	

指導教員氏名	大貝彰 廣島康裕 渡辺昭彦
--------	------------------

## 論文要旨(博士)

論文題目	セルラーオートマタを用いたアジアの開発途上国における持続可能な都市構造の評価
------	--

(要旨 1,200字程度)

この研究で提案されるモデルはこのモデルクラスに所属する。現実的で、包括的なモデルになるため、都市の発達を合理的で正確に再現して、市街化の要素の効果を表現すべきである。この局面を改良するために、研究では市街化の要素について広範囲に渡る勉強をした。したがって、このモデルはコロンボ都市部で行われた多数の研究に基づく。データベースはシミュレーション結果とクロス分析から地理情報システムで準備された。その後、シミュレーション結果は以前のデータ分析結果と比較した。モデルはコロンボ都市部のために較正され、そして、精度と信頼性は、数的と視覚的な方法で求めた。2つのデータタイプはシミュレーションで使用された。

次に、発展途上国の土地利用計画支援ツール(ILUSS)の開発でこのモデルを使用した。ILUSSは都市の発達モデルと土地利用ゾーニング支援ツールから構成される。都市の発達モデルはCAモデルです。セルの人口密度はセルの状態を決定する時に使用される。土地利用ゾーニング支援ツールの目的は居住よう、工業用、産業用、そして保護用ゾーンを作成するときに使われる。このツールは、土地利用選択の評価基準設定にAHP方法を使用する。ILUSSを開発するため、これらの2つのモデルはArcGIS(ESRI)の地理情報システムプラットフォームに組み入れられた。このツールは2つのタスクを実行することができる。人は都市の発達傾向に基づいて、土地利用ゾーニングを決定する。そして、もう片方が事前に定義された土地利用計画に基づき、都市の発達パターンをシミュレートする。ILUSSの有用性は、CUAの市街化と人口変動の分析、そして専門家の評価によって確認された。

研究の3番目の段階では、CAモデルは、土地利用規制による市街化パターンを予測するように変更されました。このモデルは、コロンボ市(CMR)の規則の影響を考慮した水田用の土地の予測に適用された(CMR)。このモデルに必要なデータは衛星写真データの分析から得られた。1990年以前のCMRの歴史的な地図データの大部分欠けており、空間的・時間的にも不完全な状態である。これらのデータの代わりに、衛星写真データの分析から市街化の過程を分析することは一つの手段である。回帰分析は、市街化の要素と様々な関係を引き出すために適用される。'都市化'と'非都市化'との関係は説明変数として使われる。その関係を説明する要素は回帰分析によって計算される。統計モデルから計算された確率は乱数でとともに、CAの変遷に使用される。いくつかの成長パターンはさまざまな変遷閾値に基づいてシミュレートし、CAモデルをテストする。最適な閾値に基づいて、現状の成長といくつかの成長コントロールシナリオが1987年から2002年までシミュレートされた。現状の成長のシミュレーション結果はいくつかの評価方法で評価された。現状モデルからのおよその結果と実際のデータとのマッチレベルは62%です。その一方、マルチスケール適合度検定はそれぞれの解像度範囲で高精度な値を出している。研究の第一段階の一CAモデルのデザインは発展途上国の市街化パターンに対して重要な特徴を持つ。モデルへの中に自然発生的な成長を含んだ理由は、シミュレーションの出発点で仮定するのが難しい要素があることを示す。経済成長になし伴う人口増加は歴史的な成長パターンから予測できない様々な成長パターンを生み出す。CAでは、このタイプの成長カニズムをシミュレートするために、セルに自然発生的な要素を与えます。次のセクションでは、衛星写真データから得られた土地利用データを使い、回帰分析による市街化要素の関係について計算する。

このテクニックはそれらの要素の中から市街化の要素と関係を特定するのに効果的です。市街化は複雑な社会現象で、殆どの場合正常な仮定と一致しない。それを構成する変数は、断定的でもあり、連続的でもある。それでも、この方法は空間的・時間的に不完全な地図データよりも利点が多いである。データを分析するため、経験的方法論はより解明モデル出力を提供する。

19年 1月 11日

環境生命工学専攻	学籍番号	039404
申請者氏名	D.W.M.U.C.S.P. Divigalpitiya	

指導教員氏名	大貝彰 廣田康裕 渡辺 晴
--------	------------------

## 論 文 要 旨(博士)

論文題目	Evaluation of Sustainable Urban Form in Asian Developing Countries Using Cellular Automata Modeling
------	---

(要旨 1,200字程度)

Population growth, rapid urbanization, economic growth and industrialization in medium income countries have led to a serious increase in pollution and degradation of natural environmental conditions. This has been a serious problem in many Asian developing countries. Proper understanding of future urbanization process is an important aspect of planning sustainable urban areas. In these countries the urbanization is occurring at an alarming scale during last few decades. The urbanization statistics does not realistically represent the real problems of those cities. Problems facing each city are unique as they are based on unique spatial, environmental, economical and social conditions. On this background planning practice must be based on better spatial, social, economical knowledge of the urbanization. A possible starting point for understanding these problems is to analyze the urban growth patterns and to project their spatio-temporal dynamics. Therefore tools that could be used to predict and analyze future urban scenarios will be helpful for planers. Recent developments in spatial dynamic modeling and expert systems provide promising scenario. Cellular Automata has many interesting features that can be applied to urban modeling purpose. In recent years there have been a many applications. CA has been employed in the exploration of many urban phenomena. These areas ranging from urban phenomena, traffic simulation, and regional scale urbanization to land use dynamics. With about a decade of development and evolution the knowledge on urbanization process and its modeling in developing is far behind that of developed countries. This research is proposing dynamic urban growth model for the cities of Asian developing countries. First we developed a generic Cellular automata model that can predict the urban growth process based on historic growth trends and environmental condition. We calibrated this model for Colombo Urban Area of Sri Lanka. Later we extended the capabilities of the model to predict urban population trends based on land use zoning policies. In the third stage we developed the model that it can predict the growth patterns derived from land use regulations. From process of developing theses models we derived dynamic modeling techniques for Asian developing countries. The generic CA model proposed in this study assumes that urbanization is a self-organizing system. The model proposed in this research belongs to this class of models. If the model to be realistic and to be comprehensive, it should be able to recreate reasonably accurate picture of the urban growth and capture the effects of factors of urbanization. To improve this aspect of the study I have carried out extensive study of factor of urbanization. Therefore this model is based on numerical studies done on the Colombo Urban Area. A database was prepared on GIS for the model and the cross analysis of the simulation results. Later the simulation results are studied against the previous research findings of data analysis. The model was calibrated for the Colombo Urban Area and accuracy and the reliability was calculated using numerical and visual methods.

For simulation, two types of data was used. The first type is the initial conditions of the urban area. The other type is the data acting as constrains for the urbanization process such as topology conditions. The concept of the model is based on three important relationships. The first one is that the CBD works as the main urban center and it effects the urbanization of the CUA. At a considerable distance this effect will be marginal. Therefore the model considers only the CUA. The second one is the relationship between roads and urbanization. The third assumption is that some growth occurs spontaneously without existing urban areas.

Next we modified generic model and purpose a land use planning support tool (ILUSS) in developing countries. ILUSS consists of an urban growth model and a land use zoning map support tool. The urban growth model is a Cellular Automata (CA) model, and population density by grid cell is calculated. The purpose of the land use zoning map support tool is to create zoning maps including residential, commercial, industrial and preservation zones. This tool used an AHP method in order to consider criterion for judgment of users. In order to develop the ILUSS, these two models were incorporated into ArcGIS (ESRI). It is possible for this tool to execute two tasks. One is for the land use zoning considered with urban growth trend. And the other is for the urban growth calculation based on a land use plan. The usefulness of ILUSS was discussed by analyzing the results of application to the Colombo Urban Area in Sri Lanka and considering comments about this tool from urban planners. In the third stage of the study the Cellular Automata (CA) model was modified to predict the urbanization patterns arising from land use regulations. This model was applied to predict regulation of urban growth on paddy lands in the Colombo Metropolitan Region (CMR). The data needed for this model was derived from classified remote sensing data. Most of the historic map data available for the CMR before 1990 are temporally sporadic and spatially incomplete. As an alternative to maps, classified remote sensing data are used to analyze the urbanization process. Logistic regression is applied to derive factors of urbanization and the various relationships among them. The relation between 'urban' and 'non-urban' serves as an explanatory variable. The factors explaining that relationship are calculated by exploratory logistic regression analysis. The probability calculated from the statistical model is used for CA transition with a random number. Several growth patterns are simulated based on a range of transition thresholds to test the CA model. Status quo growth and several growth control scenarios are simulated for the period from 1987 to 2002 based on an optimum threshold. The simulation result of the status quo growth is evaluated with several evaluation methods. The level of agreement between the estimated result from the status quo model and the actual data is 62%, while the multi-scale goodness-of-fit method produces highly accurate values for the given range of resolutions.

The design of the generic CA model in the first stage of the study has an important feature relevant to the urbanization patterns of developing countries. The inclusion of spontaneous growth in to the model assumes that there are factors that are difficult to assume at the starting point of the simulation. The economic growth, population increase generate various growth patters that were not possible to derive using historical growth patterns. And CA provides a mechanism to simulate this type of growth by way of spontaneous allocation of cells. Next study uses logistic regression to calculate the relationship of urbanization factors with land-use data derived from classified remote sensing images. This method provides an advantage over using map data that are temporally sporadic and spatially incomplete. Empirical methods for analyzing data provide more interpretable modeling output. Logistic regression has been used to interpret spatial data in many of the earlier studies. This study proposed a method to use probability calculated with logistic regression within the CA model.