# **Technical Documentation and Application of MP-MAS**

Hakyoung Kim<sup>1</sup>, Sung-won Choi<sup>1</sup>, and Joon Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>National Center for AgroMeteorology

<sup>2</sup>Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, Interdisciplinary Program in Agricultural & Forest Meteorology, Seoul National University

### I. Introduction

In a complex agricultural system, several actors act autonomously by the respective objectives and the interactions among actors often result in emergent behaviour in a collective way. Due to limitations of conventional inductive or deductive approaches to explain complex system in real life, an agent-based approach has been used in recent studies (e.g., Chae *et al.*, 2007).

For Agent-based modeling in the agricultural sector, Mathematical Programing-Multi Agent System (MP-MAS) has been developed by Thomas Berger with other researchers at the University of Hohenheim in Stuttgart, Germany. MP-MAS is one of the applications, which builds on the tradition of using constrained optimization to simulate farm decision-making in agricultural systems (Scheinemachers and Berger, 2011).

In order to provide easy access and use of MP-MAS for researchers in Korea, National Center for AgroMeteorology (NCAM) has prepared a technical documentation of MP-MAS in Korean. We hope and expect that diverse researchers would benefit from this documentation for their studies of complex systems.

### **II.** Materials and Methods

The cover page and table of contents in korean technical documentation is shown in Fig. 1. The total pages of documentation are sixty pages. In pages 4-6, the background information of MP-MAS and several case studies are briefly introduced (Fig. 2).

The requirement for MP-MAS installation and guide for installation are written in "Use of the MP-MAS software". The original technical document explained only the installation under Window OS (Fig. 3). However the korean technical document also includes the installation under Linux.

There are fourteen input files in the default data set, and the overview of these files are introduced in "Structure of model" (Fig. 4). These input files are very important because MP-MAS works with a set of input files that are read and processed. The detailed information

<sup>\*</sup> Correspondence to : joon@snu.ac.kr

about input files is written in pages 19-43. Additional features and scenario output files are also described in documentation, and glossary of terms are summarized in addition.

	목차	
	초록	3
	서문	4
Mathematical Programming-based	배경 정보	
Multi-Agent Systems (MPMAS)	실증적 적용 사례	5
Multi-Agent Systems (MPMAS)	MPMAS 소프트웨어의 활용	7
	소프트웨어 설치	7
한국어 버전 1.0	Windows 운영체제	
	Unix 운영체제	
Layert Human action/	모델 사용	
Convertisition	모델의 구조	
Layerz	MPMAS 입력파일	
Land and water water a state of the state of	ScenarioManager.xls : 입력파일 및 시나리오 관리	
and a second	Matrix.xls : 행위자 의사 결정	
Layer3 Londorf	Population.xls: 행위자 인구의 개시	
	Maps.xls: 물리적 풍경	
Layer4 198 1 99	Network.xls: 혁신의 확산	
Parmiteade 6	BasicData.xls: 일반 모수	
Layer5	CropWatxls: 작물 물 요구량	
Ownestip	Routing.xls: 작물 물 공급	
Layers 11/1/	Region.xls: 행위자들의 물(수리권) 분포	
boi quary	Perennial.xls: 다년생 작물의 모수들	
18/18/1	Livestock.xls: 가축의 모수들	
User Tox	Soils.xls: 토양 비옥도 역학과 작물 생산량	
	Market.xls: 시장 가격 및 소비	
	Demography.xls : 인구 역동 및 노동 공급	
	추가 특징들	
Technical model documentation	XChanges.txt	
Annual Technical Frodel documentation	Check matrix files	
Version 3.0 (November 2012)	XResults.xls	
	Solve matrix	
Thomas Berger and Pepijn Schreinemachers	XSingleAgents.xls	
	시나리오 출력 파일들	
(재)국가농림기상센터	참고문헌	
K 본 자료는 내부용 자료이며 의부 유출을 급합니다.	색인	

Fig. 1. Cover Page and table of contents in Korean technical documentation.

		농가	공간적	† 범위	시간	적 범위	
	적용 지역	행위자의	크기	해상도	기간	해상도	- 농업 유형
		수	[km²]	[m]	[년]	[일]	
1	칠레, Maule 분지	3, 592	4,300	100	20	30	시장지향적, 상업적
2	우간다, 남동부	520	12	71	16	30-365*	반자급적; 옥수수, 카사바, 콩, plantain
3	가나, White Volta 분지	34,691	3,779	100	15	30-365*	반자급적; 쌀, 기장, 옥수수, 양파, 토마토
4	타이, 북부 산간	1,309	140	40	15	30-365*	상업용 과일, 야채, 화초 생산

Fig. 2. Empirical applications of MP-MAS in Korean technical documentation.

se	추가 기능			? ×	<b>(1</b> ) s	[아보기							>
φ4(	사용 가능한 추가	71 le (A):			+	$\phi = \phi$	> 4 PC	+ Operating System (C) + MPMAS		~ 0	MPMAS Q	18	,p
안에 교정	Euro Currency		~	확인	1	- 41	10						
저장	Mpmas												
29	[] 분석 도구 [] 분석 도구 - V8			취소	> 0	Microsoft E	icel	9. <b>5</b>	수정한 날짜	4 <b>0</b>		B.71	
20	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	โะ			5 b a	OneDrive		input .	2016-05-03 呆準				
리본 사용자 지정				아보기(8)		U IC		out	2016-05-03 요휴 2016-03-25 요전				
82 52 52 54			X	-0.0###				visite	2016-05-03 8.8				
				10-100-1		에디넷 자료	(60)	e' mpmas	2016-03-25 요전			3176	6
中行 门窗						EPINET							-
RG 40						65							
						image							
						image1							
08.5	(P + 1					L L ML							
82 8	산업 페이지 레이아크	0.0	010101	25 8	71 0.71	71 PO	VIERVICT						
MP-MAS *							1921121						
MP-MAS *	nes.												
MP-MAS *	nes files							mpmas		Ý	\$37.71#		v
MP-MAS • Set path nam B. Create input	nes files S							mpmas		پ • يېچو	中31 71世 載世		~ - 利企
MP-MAE • Set path nam B. Orwate input • Run MP-MAE V Delete all file Delete input	nes Tiles S s files (dat/gst)							( mpmus					~ 취소
MPLMAS •	nes files 5 files (dat/gls) files (dat/ files (dat)	D		r	6	н		mprus					~ 利全
MP-MAKS * Set puth nam B. Churle Input Run MP-MAI Delete Input Delete Input Delete Input	nes tiles 5 15 files (dat/git) files (dat) d files							: mprvas					~ 発生
MIN-MAKS	nes files 5 15 16es (dat/gra) 16es (dat) dt files							mprus					~ 취소
MR-MAKS • Set path nam Create input Ran MR-MAX Delete all file Delete input Delete input Delete input Delete output Solve XSingli	nes files 5 15 16es (dat/gra) 16es (dat) dt files							mpras					
MP-MAKS	nes files 5 5 files (dat/ pil) files (dat) d. files 1 ekgents							: mprvas				RQ	ッ 利止 利止
MP-MAKS Set puth sam B. Create input Fillin MP-MAI Delete input Delete input Delete input Delete input Delete input Solve X5mgl MP Solve X5mgl Center input Solve X5mgl Solve X5mgl Center input Solve X5mgl Center input Solve X5mgl Solve X5mgl Center input Solve X5mgl Center input Solve X5mgl Solve X5mgl	nes files 5 files (dat/ge) files (dat/ge) dt files lakgents at files (ant/anto)							i mpras				80	
MARANAE - St park nam B. Cruste royot - Run Not-MAR X. Deles input Deles input Deles royot Deles Kingl M. Xiheuts Solie Xingl M. Xiheuts Other tools	nes Nes S S Nes (dat/grs) Nes (dat/grs) Nes (dat/grs) kties t files kties (en/.mb)							mpros				RQ	
Mar.WAC = See path nem B. Charle input I lies Mar.Mar.Mar.Mar.Mar.Mar.Mar.Mar.Mar.Mar.	hes hes files S files (dat/ga) files for an of the dat/ga files for an o							: mpmas				RQ	
Mar Male ************************************	hei							mpmas				Rû	
Mitrubulat Mitru	hei							mpros				RÓ	
Markada  Ser path nam B Create input B Eline Mod AAA Cheller and Deleter input Check match Deleter tools Chece and life About MMM Shortst me	hei							riprus				R2	

Fig. 3. Screens related to the installation on Window OS. Korean technical document includes full screens with detailed explanation in both Windows OS and Linux.

입력 파일	옵션여부	내용	
ScenarioManager	아니오	입력파일 생성 및 시뮬레이션 실험 관리	
Matrix	아니오	행위자의 의사결정을 시뮬레이션하는 일반적인 MP 태블로 (MILP)	
Population	아니오	행위자 인구 생성 (다양한 연령대의 가구 구성원, 농장 자산, 유동성 및 기타 행위자 특성)	]
Мар	아니오	행위자의 위치와 농업 플롯, 유역의 경계 위치를 포함한 모 든 공간 정보	_ 초기 조건
Network	아니오	혁신 확산의 네트워크를 정의하고 각 네트워크에 대한 시뮬 레이션 시작에서의 확산 정도를 결정	
	아니오 예	모델의 여러 구성요소에 사용되는 기본 매개변수 값 MP 태블로에 포함된 각 작물 활동에 대한 월간 작물 물 요 구량과 다양한 관개 방법의 효율성	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
WaterRights	예	행위자들 사이의 물 분포를 정의 (물 권한)	_ 변수
Routing	예	시뮬레이션 실행 동안의 각 연도별 월별 관개용수의 양과 강수량	
Perennials	예	다년생 작물의 연간 수확량, 변수 입력 및 자본 요구량	
Livestock	예	농장 가축의 연간 수확량, 변수 입력 및 자본 요구량	
Soils	예	토양 영양분에 대한 작물 수확량 반응 및 토양 비옥도 역학.	- 모델
Market	아니오	MP 태블로의 목표 함수 내 모든 가격 정보: 농업 투입물 구 매 가격, 농장물 판매 가격, 농장 외 노동 임금	역학
Demography	아니오	행위자 가구 구성원의 각 연령별 노동 공급 및 출생확률과	
		사망 확률과 같은 인구 역학 정의	

Fig. 4. The overview of MP-MAS input files in Korean technical document.

## **III.** Results

Original MP-MAS technical model documentation was written by Thomas Berger and Pepijn Schreinemachers at the University of Hohenheim in Stuttgart, Germany. This is available at http://mp-mas.uni-hohenhiem.de, along with MP-MAS freeware software and default data set for test applications.

Korean MP-MAS technical model documentation are provided by NCAM upon request.

#### References

- Berger, T., and P. Schreinemachers, 2012: Mathematical Programming-based Multi-Agent Systems(MPMAS). *Technical model documentation Version 3.0*. Universität of Hohenhiem.
- Chae., S-B, Jo. H, and H-T. Moon, 2007: Agent-based model and its application(행위자 기반 모형과 그 응용), *Physics and high technology*, 10-14.
- Schreinemachers, P., and T. Berger, 2011: An agent-based simulation model of human-environment interactions in agricultural systems. *Environmental Modelling & Software* 26(7), 845-859.