

基于不一致性法的最优分割参数评价

刘天凤,王苗苗,马红梅 (兰州大学资源环境学院,甘肃兰州 730000)

摘要 影像分割是基于对象分析方法的前提,分割结果的质量决定了后续分类的精度,分割参数的选择影响到分割结果的好坏。基于不一致性度量方法,考虑几何不一致性和算术不一致性,构建了新的最优分割参数评价指标 *FIX*,实现最优分割参数的选择。选取高空分辨率 IKONOS 影像上 2 种不同地物(池塘、农田)进行实验研究,表明不同地物具有不同的最优分割参数,为最优分割参数评价方法提供一种思路。

关键词 影像分割;基于对象分析;最优分割评价;不一致性法
中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)13-365-04

Optimal Segmentation Parameters Evaluation Based on Discrepancy Measure
LIUTian-feng, WANG Miao-miao, MA Hong-mei (College of Resources and Environment, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000)

Abstract Image segmentation is the basis for object-based image analysis. The quality of segmented objects directly affect the accuracy of the subsequent classification. Meanwhile, the choice of image segmentation parameters will directly determine the segmentation results. The paper manages to construct a new optimal segmentation assessment index *FIX* based on discrepancy measure, considering the geometrical discrepancy and algorithmic discrepancy. Two different categories of land cover(pond, farmland) on the high-resolution IKONOS image are studied. The experiment demonstrates that different categories of land cover have different optimal segmentation parameters and it provides a research method in this field.

Key words Image segmentation; Object-based image analysis; Optimal segmentation evaluation; Discrepancy measure

基于对象的信息提取方法在高分辨遥感影像信息提取方面得到了广泛应用^[1-4]。影像分割是基于对象信息提取的基础,分割结果的好坏直接影响后续信息提取的精度^[3]。在特定的分割算法下,分割参数(如尺度、形状等)决定了分割对象的大小形态,关系到分割结果的质量,因此如何选择最优分割参数尤为重要。现有最优分割尺度选择的方法可归为定性和定量 2 种。其中定性方法主要依据经验目视进行选择。这种方法直观、简单易操作,带有一定的主观性,且有目视范围的局限性,难以获得最优分割结果。探索使用有效的定量方法进行最优分割参数的选择有待进一步研究。

不同的分割参数或组合可以得到不同质量的分割结果,最优分割参数的选择是一个繁杂的试错过程^[5-6]。通过建立评价指标可以定量地表示分割质量,从而在众多分割结果中选择出最优分割参数。不一致性法是一种基于人工参与识别的定量评价方法,通过定量描述参考数据和匹配数据之间的差异大小(主要包括几何差异和算术差异)来建立有效的最优参数评价指标。目前研究主要集中在基于位置、面积以及两者结合的几何差异度量方式。于欢等通过衡量影像分割对象矢量边界线与参考对象矢量边界的多维距离量化吻合程度,提出了矢量距离法^[7];Clinton 等提出了基于面积的欠分割和过分割度量因子,得到综合度量指标 *D*^[8];Polak 等结合边界位置以及面积构建了不一致度量指标 *OCE*^[9]。然而,综合几何差异和代数差异的研究较为缺乏,主要成果包括 Liu 等、Yang 等提出的最优分割参数评价指标 *ED2*、*ED3*、*SEI*^[10-12]。几何差异和代数差异有各自独立的意义,直接结合可能会存在量纲等级的不适应性。探讨如何更好地

利用几何差异和代数差异进行分割参数的评价有待进一步研究。笔者基于多尺度分割算法,结合前人研究成果,考虑几何不一致性和算术不一致性,提出了一种新的最优分割参数评价指标 *FIX*,选取 IKONOS 影像上农田、池塘 2 种地物进行分析实验,取得了较好的结果。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区与数据准备 研究数据来源于 1024 × 1024 像素大小的 2000 年 IKONOS 多光谱影像。该区位于南京市西南部,如图 1。包括蓝、绿、红和近红外 4 个波段,空间分辨率为 4 m。影像包含农田、池塘和建筑物等典型地物,此次实验只选取农田、池塘为研究对象进行探究,通过人工法分别选取 30 个参考多边形作为参考数据集。其中,参考多边形的选择依照典型性、均匀分布且大小兼顾的原则。



图 1 研究区 IKONOS 多光谱影像

1.2 分割评价指标

1.2.1 匹配多边形的计算准则。该研究采用匹配分割数据

作者简介 刘天凤(1989-),女,重庆人,硕士研究生,研究方向:遥感。
收稿日期 2015-03-25

集代替原始分割数据集与参考数据集进行不一致性度量,首先需要计算匹配数据集。将分割对象与参考多边形重叠面积比(占任意一者)大于 50% 的作为匹配多边形。图像分割过程中,不同的分割参数组合(每个参数对应一定的变化范围)可获得一系列的分割数据集。每个分割结果对应一个与之匹配的匹配分割结果,具体可根据如下的空间匹配准则提取:

$$\frac{|r_i \cap s_j|}{|r_i|} > 0.5 \quad (1)$$

$$\frac{|r_i \cap s_j|}{|s_j|} > 0.5 \quad (2)$$

式中, r_i 表示参考数据集 R 中第 i 个参考多边形; s_j 表示分割数据集 S 中第 j 个分割多边形; $r_i \cap s_j$ 表示参考多边形 r_i 与分割多边形 s_j 之间重叠部分的面积; $R = \{r_i; i=1, 2, \dots, u\}$; $S = \{s_j; j=1, 2, \dots, v\}$; u 和 v 分别为参考多边形与分割多边形个数。如果满足公式(1)或(2)中的条件即定义为匹配分割对象,这样可产生一系列的匹配多边形集合。

1.2.2 不一致性度量方法。分割结果的匹配部分与参考多边形之间通常存在着差异,这种差异表现为几何上及算术上的一致性^[10]。参考数据集与分割数据集的几何关系(从面积上体现)通常定义为交叠、过分割及欠分割;过分割表示属于参考多边形不属于分割多边形的部分,欠分割表示属于分割多边形而不属于参考多边形的部分。过分割不会影响后续的分类精度,但并非理想分割结果,而欠分割则必然导致后续的分类误差。其中几何度量中常用的 2 个基本指标为 OR 、 UR ^[8]。

该研究用匹配多边形代替分割多边形与参考多边形进行不一致性度量,重新计算 2 个几何差异指标 OR 、 UR ,计算公式为:

$$OR = 1 - \frac{\sum |r_i \cap p_j|}{\sum r_i} \quad (3)$$

$$UR = 1 - \frac{\sum |r_i \cap p_j|}{\sum |p_j|} \quad (4)$$

式中, OR 、 UR 分别表示过分割和欠分割总面积和参考多边形总面积之比。 r_i 在“1.1.1”中已有说明; p_j 表示第 j 个匹配多边形, $P = \{p_j; j=1, 2, \dots, n\}$; n 为匹配多边形个数。若 OR 、 UR 无限接近 0 值,可认为既无过分割也无欠分割。

若只考虑了几何差异性,得到的分割结果可能有较大的破碎度,因此研究同时结合代数差异。参考多边形与匹配多边形的算术关系(从数量上体现)包括一对一、一对多(过

割)及多对一(欠分割)^[10],即 1 个参考多边形存在相对应的 1 个或多个匹配多边形,或者多个参考多边形只对应 1 个匹配多边形。最优的分割结果不仅有最小的几何差异性,同时也存在代数上的最大匹配,即最小的分割破碎度。实验采用 Liu 等提出的衡量代数差异的指标 NSR 进行代数不一致度量, NSR 表示参考多边形与匹配多边形的数量绝对差与参考对象数量之比^[10]。其计算公式如下:

$$NSR = \frac{|u-v|}{u} \quad (5)$$

式中, u 和 v 分别表示参考多边形与匹配分割多边形总数量。

该研究从几何和代数差异两个角度进行不一致性度量,建立最优参数评价指标时对两者在量纲上的差别进行了一定的平衡,得到最后评价指标 FIX 。为减少不必要的计算,实验分割参数设定在一个适当的范围(尺度上界不会很大)。加上参考多边形在研究区均匀分布,因此基本排除了算术差异中多对一的情况,其欠分割主要体现在几何差异方面,所以仅采用 UR 衡量;而过分割通常不仅表现在几何差异,代数差异同样重要,研究用综合指数 SR 替代 NSR 来衡量过分割,通过 UR 和 NSR 的欧式距离构建新的最优分割参数评价指标 FIX :

$$SR = \sqrt{OR \times NSR} \quad (6)$$

$$FIX = \sqrt{UR^2 + SR^2} \quad (7)$$

式中, SR 为过分割指数,为几何与代数差异指数 OR 、 NSR 乘积的平方根,这种结合方式在一定程度上缩小了过分割和欠分割指标在量纲级上的差别。 FIX 为最优分割参数评价指标, FIX 为最小值时对应的参数为最优的分割参数。所有结果值采用 $(a - a_{min}) / (a_{max} - a_{min})$ 方式进行归一化处理。

1.3 实验流程 实验流程的关键步骤如图 2 所示。利用 eCognition 软件中提供的多尺度算法(MRS),在 VC 平台下进行 eCognition 二次开发实现分割自动化,该算法主要包括尺度因子、形状因子以及紧凑度 3 个参数。分割尺度范围设为 10~150,以 10 为步长,形状因子和紧凑度因子范围为 0.1~0.9,0.1 为步长对影像进行分割,每个尺度即对应 81 个不同分割结果,共产生 1 215 组分割数据集。根据“1.2”中的匹配多边形的计算准则,用 arcpy 模块进行编程处理,分别得到与农田、池塘的参考多边形相匹配的匹配分割数据集。然后用不一致性度量法计算得到各个地物的分割评价指标 FIX ,分析了度量指标 UR 和 SR 及分割参数之间的变化规律,最后得到最优分割参数组合。

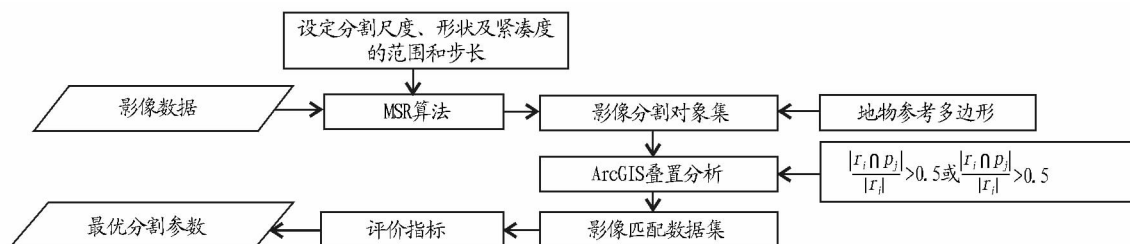


图2 最优分割参数评价流程

2 结果与分析

2.1 不一致性度量结果 采用上述方法,分别计算农田、池塘 2 种研究地物在每组分割参数上的 UR 、 SR 、 FIX 。研究地物 $UR-SR$ 关系如图 3,图中的一个点表示一个分割参数组合对应的不一致性度量因子,离原点最近的点对应的参数为最优分割参数。分割参数的变化会引起分割对象的大小、形状及数量的变化(尺度主要影响对象大小和数量,形状主要影响对象形态),导致分割对象与参考对象之间的匹配度的变化,从而影响过分割值与欠分割值。随着分割尺度的增

大,分割对象的面积也增大,而分割对象的数量则相应减少,引起过分割面积变小,同时欠分割面积相对增大。从图 3 可以看出,而 $UR-SR$ 之间大致呈“L”型的变化趋势,整体上随着 UR 增大, SR 减小,最终达到一个较为稳定的状态,达到稳态的变化过程因不同地物类别而有所差异。其中欠分割指数 SR 综合了代数差异因子 NSR 和几何差异因子 OR ,当分割尺度较小时, NSR 占主要地位表现过分割,当尺度增大到一定值时, OR 占据主导地位体现过分割,从而凸显过分割与欠分割之间的变化。

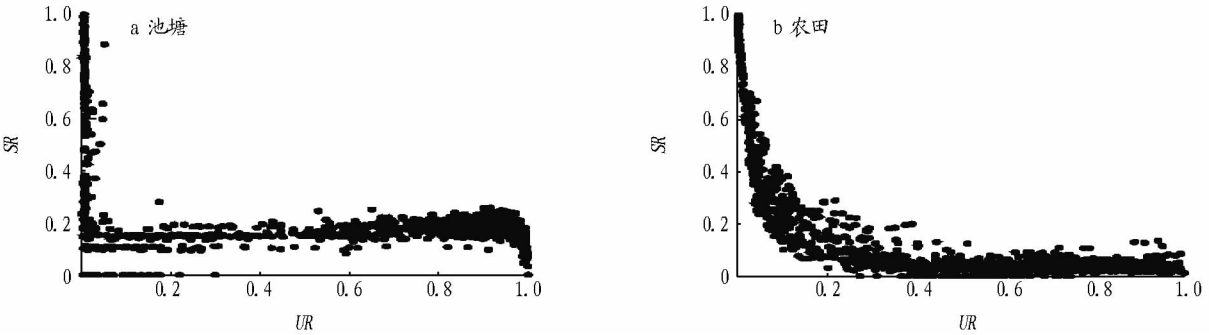


图 3 2 种地物的不一致性度量因子 $UR-SR$ 散点图

2 种地物的尺度与评价指标 FIX 之间的关系如图 4 所示,一个点表示由一组分割参数得到的评价指标值,其中最小值对应的分割参数组合即为最优分割。由图 4 可知,由 FIX 得到的池塘、农田的最优分割参数分别为尺度 30、40 对应的一个参数组合,说明了不同地物存在不同的最优分割参

数。尺度(S_{scale})、形状($Shape$)和紧凑度因子($Compactness$)共同作用影响 FIX 值,因此不同尺度可能会对应相同的评价指标值,但在达到最优分割参数前后,曲线总体呈现先减少后增加的凹形变化,同时 FIX 随 $Scale$ 的变化趋势也较明显,这符合评价指标的设计目的。

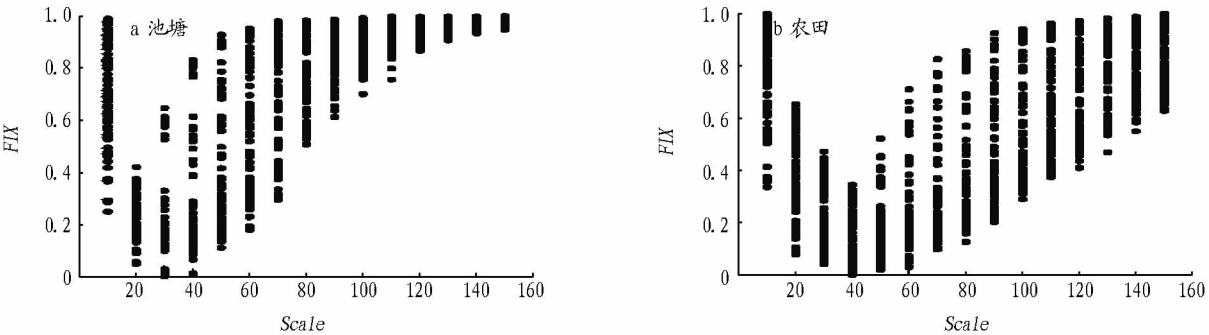


图 4 2 种地物的 $Scale-FIX$ 关系

2.2 最优分割参数 表 1 列出了由 FIX 评价指标选出的 2 类地物的最优分割参数组合,池塘的 $Scale$ 、 $Shape$ 、 $Compactness$ 参数分别为 30、0.5、0.1,农田分别为 40、0.7、0.6。池塘、农田 2 类地物的形状因子都较大,体现了池塘、农田的规则形状分布。农田的分割尺度和大于池塘,与研究区农田参考对象大于池塘参考对象的实际情况相符合。

地物基本满足“一对一”的匹配关系。由于加入了代数不一致性衡量因子,过分割现象明显减轻,有助于改善分割结果,使得分割结果更加有意义。

3 结论

该研究基于不一致性法,通过分析参考数据集与分割结果的匹配数据集的差异性构建了最优分割参数评价指标 FIX ,使得分割质量评价更具有针对性,能够有效得到影像上不同地类的最优分割参数组合。分别从几何不一致性和算术不一致性 2 个角度考虑,采用几何差异因子 UR 衡量欠分割,综合几何差异因子 OR 和代数差异因子 NSR 反映过分割。建立 FIX 的同时在一定程度上降低了几何不一致性与算术不一致性的量纲级别的差异,增加了欠分割与过分割因子之间的敏感性。结果也表明了不同地物有不同的最优分割参数,引入代数不一致因子有助于减少分割对象的破碎

表 1 由评价指标 FIX 得到的最优参数组合

地物类型	Scale	Shape	Compactness
池塘	30	0.5	0.1
农田	40	0.7	0.6

利用 FIX 得到的最优参数组合对影像进行分割,图 5 为所选最优参数组合的分割结果与参考多边形的匹配结果。由图 5 可知,分割结果与参考多边形的吻合度较好,与目标

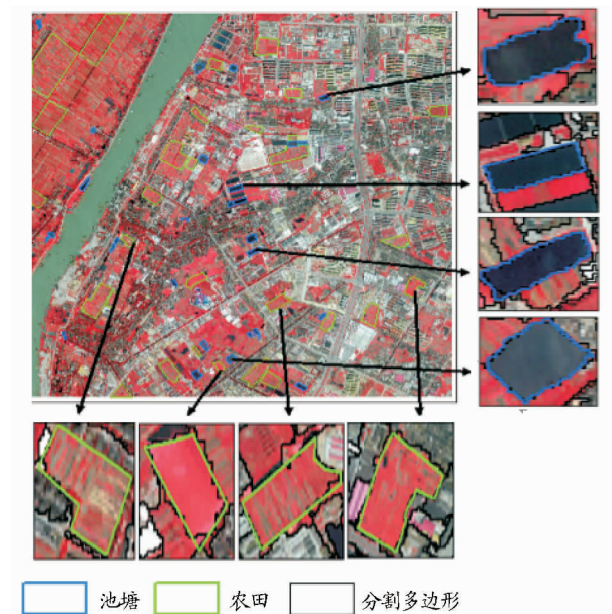


图5 参考多边形和最优分割参数的匹配结果

度,从而提高影像分割质量。

参考文献

- [1] 郑利娟,李小娟,胡德勇,等. 基于对象和 DEM 的湿地信息提取[J]. 遥感技术与应用,2009,24(3):346-351.

- [2] 周春艳,王萍,张振勇,等. 基于面向对象信息提取技术的城市用地分类[J]. 遥感技术与应用,2008,23(1):31-35.
- [3] 陈云浩,冯通,史培军,等. 基于面向对象和规则的遥感影像分类研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版,2006,31(4):316-320.
- [4] 王蕾,黄华国,张晓丽,等. 基于知识规则的马尾松林遥感信息提取技术研究[J]. 北京林业大学学报,2007,23(3):124-130.
- [5] MEINEL G, NEUBERT M. A comparison of segmentation programs for high-resolution remote sensing data[J]. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2004, 35: 1097-1102.
- [6] HAY G J, CASTILLA G. Geographic object-based image analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline[M]//BLASCHKE AP, LANG S, HAY G J. Object-based Image Analysis: Spatial Concepts for Knowledge-driven Remote Sensing Applications. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2008:75-90.
- [7] 于欢,张树清,孔博,等. 面向对象遥感影像分类的最优分割尺度选择研究[J]. 中国图象图形学报,2010,15(2):352-360.
- [8] CLINTON N, HOLT A, SCARBOROUGH J, et al. Accuracy assessment-measures for object-based image segmentation goodness[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2010, 76(3):289-299.
- [9] POLAK M, ZHANG H, PI M. An evaluation metric for image segmentation of multiple objects[J]. Image and Vision Computing, 2009, 27, 1223-1227.
- [10] LIU Y, BIAN L, MENG Y, et al. Discrepancy measures for selecting optimal combination of parameter values in object-based image analysis[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2012, 68:144-156.
- [11] YANG J, LI P, HE Y. A multi-band approach to unsupervised scale-parameter selection for multi-scale image segmentation[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2014, 94:13-24.
- [12] YANG J, LI P, HE Y. A discrepancy measure for segmentation evaluation from the perspective of object recognition[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2015, 101:186-192.

(上接第335页)

国残疾人群中农村残疾人占绝大多数,其生存状况如果长期得不到改善,必将导致残疾人社会保障的长期缺失。我国应采取各种措施,努力实现农村残疾人就业。首先把农村残疾人社会保障作为重中之重,在社会保障政策上给予农村残疾人以必要的倾斜。在各地建立农村居民最低生活保障制度时应优先重点考虑贫困残疾人,与其他健全人相比,农村贫困残疾人生活在一种无助、无奈的生活环境中,社会地位低,对最低生活保障的需求更为迫切,应该优先予以保障。

(2) 发挥政府主体作用,更加注重不利于参保的残疾类别。农村残疾人参与新农保的水平较低,要想改变残疾人社会保障滞后于社会保障整体水平的现状,政府应积极发挥主体作用。募集社会资金,建立多种形式的政策保障之外的扶助救助体系,开展多种形式的志愿帮扶活动,扩大对贫困残疾人的生活、医疗、教育、就业、住房等多方面的扶助力度,使贫困残疾人生活状况得到比较明显的改善。建立政府组织的扶贫之外的社会补充机制,动员社会力量扶助残疾人。对于重度残疾人和不利于参保的农村残疾人,政府需要给予更多关注和帮扶。

(3) 丰富残疾人参与新农保的宣传渠道,提高农村残疾人参保意识。由于残疾人外界感知能力差,大多数残疾人对于社会保障方面的知识不太了解,不能像健全人那样及时领会新农保的实质性和相关内容,要求各镇乡残联加强对残疾人及其家庭成员的宣传,宣传参加新农保的作用和好处。利用广播、宣传单、横幅、标语、板报以及村民会议等多种形式,努力提高农村残疾人的参保意识。

参考文献

- [1] 陆惠君. 农村残疾人养老保障问题探析[J]. 学习与实践,2008(2):147-150.
- [2] 宋素培. 浅论河南省农村老年残疾人养老现状及对策[J]. 学理论,2014(11):48-49.
- [3] 李建新. 中国农村养老意愿和养老方式的研究[J]. 人口与经济,2004(5):37-39.
- [4] 许琳,王蓓,张晖. 关于农村残疾人的社会保障与社会支持现状研究[J]. 社会学研究,2006(5):97-105.
- [5] 闵凡萍. 农村残疾人养老保障探究——以德州市为例[J]. 经营管理者,2009(22):95.
- [6] 朱伟东. 农村残疾人养老保障问题初探[J]. 现代营销:学苑版,2012(3):330.
- [7] 李琳潇. 浅议我国农村残疾人养老保障[J]. 科技资讯,2011(6):236.
- [8] 解紫丹. 农村地区残疾人养老保险的参保现状及对策探讨[J]. 知识经济,2014(2):59-60.
- [9] MARIN B. Transforming Disability Welfare Policy: Completing A Paradigm Shift[M]//PRINZ C. European Disability Policy Pension Policies: 11 Country Trends, 2003.
- [10] 齐心,厉才茂,陈晓芬,等. 北京市残疾人社会保障研究报告[J]. 人口与发展,2008(3):90-98,102.
- [11] 姜向群,胡立媛,山娜. 农村残疾人的社会保障状况及社会保障需求[J]. 人口学刊,2011(3):53-60.
- [12] 杜鹃,米红. 中国农村残疾人及其社会保障研究[M]. 北京:华夏出版社,2008:119,161,208,250,292.
- [13] 朱晓晓. 残疾人福利供需影响因素及其预测分析[D]. 杭州:浙江大学,2009.
- [14] 赵景泉. 河北省农村残疾人社会保障问题研究[D]. 石家庄:河北师范大学,2013.
- [15] 张超,王华丽,陈图. 农村残疾人社会保障影响因素与对策分析[J]. 经济论坛,2014(9):98-101,89.
- [16] RUBENSTEIN L S, GATTOZZI A A, GOLDMAN H H. Protecting the entitlements of the mentally disabled: The SSDI/SSI legal battles of the 1980s[J]. International Journal of Law and Psychiatry, 1988, 11(3):269-278.
- [17] TOMOHISA SHIBUYA, TAKESHI SASSA. Practice of a lifestyle improvement Program for mentally handicapped persons[J]. International Congress Series, 2006, 1294(6):147-149.