

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012128871/08, 17.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.11.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
10.12.2009 US 61/285,216

(43) Дата публикации заявки: 20.01.2014 Бюл. № 2

(45) Опубликовано: 20.10.2015 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске:
US200900092301 A1, 09.04.2009.
US20070185544 A1, 09.08.2007. US20080279429 A1, 13.11.2008. RU2291488 C9, 10.01.2007.
RU2366475 C2, 10.09.2009

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 10.07.2012

(86) Заявка РСТ:
IB 2010/055246 (17.11.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/070464 (16.06.2011)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЗАГОРЧЕВ Любомир Георгиев (NL),
МУР Элизабет Энн (NL),
ГАРЛИНГХАУЗ Мэттью А. (NL),
РОТ Роберт М. (NL),
МАКАЛЛИСТЕР Томас В. (NL),
КНЕЗЕР Райнхард (NL),
ГЕЛЛЕР Дитер (NL),
ПЕТЕРС Йохен (NL),
ВЕСЕ Юрген (NL),
ЦЯНЬ Юэчэнь (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИКЛЕЙКЕ ФИЛИПС
ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL),
ТРАСТИЗ ОФ ДАРТМУТ КОЛЛЕДЖ (US)C 2
0 1 0 5 6 5 1 0R U
2 5 6 5 5 1 0
C 2

(54) СИСТЕМА ДЛЯ БЫСТРОЙ И ТОЧНОЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу автоматической сегментации структур мозга. Техническим результатом является повышение точности и надежности идентификации структурной атрофии после черепно-мозговой травмы. Способ содержит этапы, на которых выбирают в качестве интересующей анатомической структуры структуру мозга, являющуюся симметричной относительно срединной сагittalной плоскости в здоровом мозге; выбирают деформируемую модель интересующей анатомической структуры,

деформируемая модель образована из множества многоугольников; отображают деформируемую модель на дисплее; обнаруживают характерную точку интересующей анатомической структуры; адаптируют деформируемую модель путем перемещения каждого из многоугольников в направлении соответствующих характерных точек; идентифицируют деформации в сегментации интересующей анатомической структуры посредством идентификации срединной сагittalной плоскости данного мозга и определения для интересующей анатомической

R U 2 5 6 5 5 1 0 C 2

структуры отклонений в средних значениях вершин между левой и правой полусферами данного мозга относительно срединной

сагиттальной плоскости данного мозга. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 2

R U 2 5 6 5 5 1 0 C 2

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012128871/08, 17.11.2010

(24) Effective date for property rights:
17.11.2010

Priority:

(30) Convention priority:
10.12.2009 US 61/285,216

(43) Application published: 20.01.2014 Bull. № 2

(45) Date of publication: 20.10.2015 Bull. № 29

(85) Commencement of national phase: 10.07.2012

(86) PCT application:
IB 2010/055246 (17.11.2010)(87) PCT publication:
WO 2011/070464 (16.06.2011)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

ZAGORChEV Ljubomir Georgiev (NL),
MUR Ehлизабет Ehnn (NL),
GARLINGKhAUZ Mehtt'ju A. (NL),
ROT Robert M. (NL),
MAKALLISTER Tomas V. (NL),
KNEZER Rajnkhard (NL),
GELLER Diter (NL),
PETERS Jokhen (NL),
VESE Jurgen (NL),
TsJaN' Juehchehn' (NL)

(73) Proprietor(s):

KONINKLEJKE FILIPS EhLEKTRONIKS
N.V. (NL),
TRASTIZ OF DARTMUT KOLLEDZh (US)R 2 5 6 5 5 1 0
C 2

(54) SYSTEM FOR FAST AND ACCURATE QUANTITATIVE EVALUATION OF TRAUMATIC BRAIN INJURY

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention relates to a method of automatic segmentation of brain structures. The method contains stages, at which: the brain structure, symmetric with respect to the median saggital plane in the healthy brain, is selected as an anatomical structure of interest; a deformable model of the anatomical structure of interest is selected, with the deformable model being formed from a multitude of polygons; the deformable model is presented on a display; a characteristic point of the anatomical structure of interest is identified; the deformable model is adapted by moving each of the polygons towards respective characteristic points; deformations in the segmentation of the anatomical structure of interest are identified by the identification of the median saggital plane of the said brain and determination for the anatomical structure of interest of deviations in mean values of apexes between left and right hemispheres of the said brain with respect to the

median saggital plane of the said brain.

EFFECT: increase of accuracy and reliability of the identification of structural atrophy after a traumatic brain injury.

12 cl, 4 dwg



Фиг. 2

R U 2 5 6 5 5 1 0 C 2

Уровень техники

[0001] Черепно-мозговая травма (ТВИ) является одной из наиболее распространенных причин долгосрочной недееспособности. Патология некоторых подкорковых структур, например мозолистого тела, гиппокампа, мозжечка, таламуса и хвостатого ядра, связана с ТВИ. Таким образом, важно идентифицировать невропатологию у индивидуумов с ТВИ в трехмерном виде. Однако методологические проблемы препятствовали предыдущим исследованиям в предоставлении четкого шаблона структурной атрофии после ТВИ.

Сущность изобретения

- [0002] Способ автоматической сегментации, выполняемый путем выбора деформируемой модели интересующей анатомической структуры, изображенной на объемном изображении, причем деформируемая модель образована из множества многоугольников, включающих в себя вершины и ребра, отображения деформируемой модели на дисплее, обнаружения характерной точки в интересующей анатомической структуре, соответствующей каждому из множества многоугольников, и адаптации деформируемой модели путем перемещения каждой из вершин в направлении соответствующих характерных точек, пока деформируемая модель не превратится в границу интересующей анатомической структуры, образующую сегментацию интересующей анатомической структуры.
- [0003] Система, содержащая процессор, выбирающий деформируемую модель интересующей анатомической структуры, изображенной на объемном изображении, причем деформируемая модель образована из множества многоугольников, включающих в себя вершины и ребра, и дисплей, отображающий деформируемую модель, причем процессор дополнительно обнаруживает характерную точку интересующей анатомической структуры, соответствующую каждому из множества многоугольников, чтобы деформировать деформируемую модель путем перемещения каждой из вершин в направлении соответствующих характерных точек, пока деформируемая модель не превратится в границу интересующей анатомической структуры, образующую сегментацию интересующей анатомической структуры.
- [0004] Машиночитаемый запоминающий носитель, включающий в себя набор команд, исполняемых процессором. Набор команд, действующих с возможностью выбора деформируемой модели интересующей анатомической структуры, изображенной на объемном изображении, причем деформируемая модель образована из множества многоугольников, включающих в себя вершины и ребра, отображения деформируемого элемента на дисплее, обнаружения характерной точки в интересующей анатомической структуре, соответствующей каждому из множества многоугольников, и адаптации деформируемой модели путем перемещения каждой из вершин в направлении соответствующих характерных точек, пока деформируемая модель не превратится в границу интересующей анатомической структуры, образующую сегментацию интересующей анатомической структуры.

Краткое описание чертежей

[0005] Фиг. 1 показывает схематическое изображение системы в соответствии с примерным вариантом осуществления.

[0006] Фиг. 2 показывает блок-схему алгоритма способа в соответствии с примерным вариантом осуществления.

[0007] Фиг. 3 показывает снимок экрана деформируемой модели мозга, инициализированной на объемном изображении, отображенном в GUI.

[0008] Фиг. 4 показывает снимок экрана деформируемой модели мозга из фиг. 3

после того, как она адаптирована к объемному изображению.

Подробное описание

[0009] Примерные варианты осуществления можно дополнительно воспринимать со ссылкой на нижеследующее описание и прилагаемые чертежи, на которых на

- 5 одинаковые элементы ссылаются одинаковыми номерами ссылок. Примерные варианты осуществления относятся к системе и способу сегментации структур мозга. В частности, примерные варианты осуществления формируют деформируемую модель структуры мозга, которую можно адаптировать к объемному изображению, такому как MRI (томограмма). Однако специалистам в данной области техники станет понятно, что
- 10 хотя примерные варианты осуществления описывают, в частности, сегментацию структур мозга, система и способ согласно настоящему изобретению могут использоваться для сегментации любой анатомической трехмерной структуры на объемном изображении, например MRI и/или эхограмме.

[0010] Как показано на фиг. 1, система 100 в соответствии с примерным вариантом осуществления сегментирует трехмерную структуру мозга, например мозолистое тело, гиппокамп, мозжечок, таламус и хвостатое ядро, в объемном изображении, таком как MRI или эхограмма. Система 100 содержит процессор 102, который способен к адаптации деформируемой модели структуры мозга на основе особенностей структуры в изображении. Деформируемая модель выбирается из базы данных моделей, сохраненной 20 в запоминающем устройстве 108. Графический интерфейс 104 пользователя используется для ввода пользовательских предпочтений, для определения объема структуры мозга, для отображения деформации структуры мозга, для просмотра конкретной части структуры мозга и т.д. Входные данные, ассоциированные с графическим интерфейсом 25 пользователя, вводятся посредством, например, мыши, сенсорного дисплея и/или клавиатуры. Сегментация структуры мозга, объемное изображение и варианты выбора для пользователя в графическом интерфейсе 104 пользователя отображаются на дисплее 106. Запоминающее устройство 108 может быть любым известным типом машиночитаемого запоминающего носителя. Специалистам в данной области техники 30 станет понятно, что система 100 является, например, персональным компьютером, сервером или любым другим средством обработки.

[0011] Фиг. 2 показывает способ 200 в соответствии с примерным вариантом осуществления, в котором система 100 сегментирует структуру мозга, чтобы идентифицировать деформации в структуре мозга. Способ 200 включает в себя выбор деформируемой модели интересующей структуры мозга из базы данных моделей 35 структур, сохраненной в запоминающем устройстве 108, на этапе 210. В примерном варианте осуществления деформируемая модель автоматически выбирается процессором 102 путем сравнения особенностей интересующей структуры мозга на объемном изображении с моделями структур в базе данных. В другом примерном варианте осуществления деформируемая модель вручную выбирается пользователем, 40 просматривающим базу данных для идентификации деформируемой модели, которая больше всего похожа на интересующую структуру мозга. База данных моделей структур может включать в себя модели структур из исследований структуры мозга и/или результатов сегментации от предыдущих пациентов.

[0012] На этапе 220 деформируемая модель отображается на дисплее 106, как 45 показано на фиг. 3. Деформируемая модель должна отображаться как новое изображение и/или отображаться поверх объемного изображения. Деформируемая модель образуется из поверхностной сетки, включающей в себя множество многоугольников треугольной формы, причем каждый многоугольник треугольной

формы дополнительно включает в себя три вершины и ребра. Однако специалистам в данной области техники станет понятно, что поверхностная сетка может включать в себя многоугольники иных форм. Деформируемая модель размещается так, что вершины деформируемой модели размещаются как можно ближе к границе интересующей

- 5 структуры. На этапе 230 каждому из треугольных многоугольников назначается функция оптимального обнаружения границы. Функция оптимального обнаружения границы на этапе 240 обнаруживает характерные точки вдоль границы интересующей структуры, чтобы каждый из треугольных многоугольников ассоциировался с характерной точкой. Характерные точки могут ассоциироваться с центрами каждого из треугольных
- 10 многоугольников. Характерная точка, ассоциированная с каждым из треугольных многоугольников, может быть характерной точкой, которая является ближайшей к треугольному многоугольнику и/или соответствует треугольному многоугольнику по положению.

[0013] На этапе 250 каждый из треугольных многоугольников, ассоциированный с

- 15 характерной точкой, перемещается в направлении ассоциированной характерной точки, так что вершины каждого из треугольных многоугольников перемещаются в направлении границы интересующей структуры, деформируя деформируемую модель для адаптации к интересующей структуре на объемном изображении. Деформируемая модель деформируется до тех пор, пока положение каждого из треугольных
- 20 многоугольников не будет соответствовать положению ассоциированной характерной точки и/или вершины треугольного многоугольника не будут находиться, по существу, вдоль границы интересующей структуры, как показано на фиг. 4. Как только деформируемая модель деформируется так, что треугольные многоугольники соответствуют ассоциированным характерным точкам границы интересующей
- 25 структуры, деформируемая модель становится адаптированной к интересующей структуре, так что деформированная деформируемая модель представляет сегментированную структуру интересующей структуры.

[0014] По завершении процесса сегментации пользователь на этапе 260 может ввести пользовательский ввод касательно сегментированной структуры мозга.

- 30 Пользовательский ввод можно ввести через графический интерфейс 104 пользователя, выбирая вариант выбора пользователя, который может отображаться в графическом интерфейсе 104 пользователя. Например, пользователь может выбрать увеличение и/ или масштабирование конкретной части отображенных изображений, изменение вида конкретного изображения, определение интересующих параметров (например, объем
- 35 сегментированной структуры, кривизна в некоторой точке), идентификацию деформации в сегментированной структуре и т.д. Другие варианты выбора могут включать в себя сохранение сегментированной структуры и/или соответствующих объемных изображений в базе данных деформируемых моделей или вызов ранее сохраненных сегментированных структур из базы данных с целью сравнения. Специалистам в данной области техники
- 40 станет понятно, что сегментированные структуры и/или соответствующие объемные изображения также могут сохраняться в файлах пациентов для упрощения анализа структурной атрофии у пациентов с ТВИ.

[0015] Пользователь может захотеть определить объем и/или кривизну

- сегментированной структуры, чтобы оценить изменения в участке мозга. Такие
- 45 параметры могут быть особенно полезны в увязывании прошлого воздействия ТВИ на текущие устойчивые жалобы, нарушения и недееспособность. К тому же здоровые структуры мозга известны как симметричные относительно срединной сагиттальной плоскости, так что левое и правое полушария мозга являются зеркальными

изображениями друг друга. Таким образом, в здоровом мозге вершина в одном полушарии мозга - например, в левом полушарии - должна зеркально отображаться в другом полушарии - правом полушарии. Однако TBI по большей части является асимметричным заболеванием. Таким образом, отклонения от средних значений вершин

5 представляют расхождения, которые указывают серьезность деформации интересующих структур мозга. Пользователь поэтому может выбрать просмотр отклонений от средних значений вершин в сегментированной структуре. В дополнительном варианте осуществления разные отклонения могут кодироваться цветом для простой визуализации и интерпретации результатов.

10 [0016] На этапе 270 процессор 102 формирует ответ на пользовательский ввод, введенный на этапе 260. Например, если пользователь запросил объем сегментированной структуры, то процессор 102 вычислит объем и отобразит объем на дисплее 106. Если пользователь указал, что пользователь хотел бы увеличить конкретную часть объемного изображения и/или сегментированного органа, то процессор 102 сформирует и отобразит 15 увеличенный вид конкретной нужной части. В другом примере, если пользователь указал, что пользователь хотел бы идентифицировать деформации в сегментированной структуре, то процессор 102 идентифицирует срединную сагittalную плоскость, идентифицирует отклонения в средних значениях вершин между левым и правым полушариями и отобразит деформации на дисплее 106. Как описано выше, разные 20 отклонения могут обозначаться цветом. Этапы 260-270 могут повторяться по желанию, пока пользователь не выберет все нужные варианты выбора в отношении сегментированной структуры мозга.

[0017] Специалистам в данной области техники будет очевидно, что различные модификации и изменения можно внести в структуру и методологию, описанную в этом 25 документе. Таким образом, подразумевается, что настояще раскрытие изобретения охватывает любые модификации и изменения при условии, что они подпадают под объем прилагаемой формулы изобретения и ее эквивалентов.

[0018] Также отметим, что формула изобретения может включать в себя знаки/цифры ссылок в соответствии с Правилом 6.2(б) РСТ. Однако настоящая формула изобретения 30 не должна считаться ограниченной примерными вариантами осуществления, соответствующими знакам/цифрам ссылок.

Формула изобретения

1. Способ автоматической сегментации структур мозга, содержащий этапы, на 35 которых:

выбирают в качестве интересующей анатомической структуры структуру мозга, являющуюся симметричной относительно срединной сагittalной плоскости в здоровом мозге;

40 выбирают (210) деформируемую модель интересующей анатомической структуры, изображенной на объемном изображении мозга, причем деформируемая модель образована из множества многоугольников, включающих в себя вершины и ребра;

отображают (220) деформируемую модель на дисплее (106);

обнаруживают (240) характерную точку интересующей анатомической структуры, соответствующую каждому из множества многоугольников;

45 адаптируют (250) деформируемую модель путем перемещения каждого из многоугольников в направлении соответствующих характерных точек, пока деформируемая модель не превратится в границу интересующей анатомической структуры, образующую сегментацию интересующей анатомической структуры;

идентифицируют деформации в сегментации интересующей анатомической структуры посредством i) идентификации срединной сагиттальной плоскости данного мозга и ii) определения для интересующей анатомической структуры отклонений в средних значениях вершин между левой и правой полусферами данного мозга относительно срединной сагиттальной плоскости данного мозга, так чтобы указать серьезность деформации интересующей анатомической структуры; и отображают идентифицированные деформации.

2. Способ по п. 1, в котором деформируемую модель выбирают из базы данных структур, сохраненной в запоминающем устройстве (108).

10 3. Способ по п. 1, в котором характерная точка является точкой, по существу, вдоль границы интересующей анатомической структуры.

4. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этап, на котором:

принимают (260) пользовательский ввод через графический интерфейс (104), причем пользовательский ввод выбирает вариант выбора в отношении сегментации.

15 5. Способ по п. 4, в котором пользовательский ввод выбирает одно из вычисления объема сегментации и определения кривизны в выбранной точке.

6. Система для автоматической сегментации структур мозга, содержащая:

процессор (102), выбирающий в качестве интересующей анатомической структуры структуру мозга, являющуюся симметричной относительно срединной сагиттальной 20 плоскости в здоровом мозге, и выбирающий деформируемую модель интересующей анатомической структуры, изображенной на объемном изображении мозга, причем деформируемая модель образована из множества многоугольников, включающих в себя вершины и ребра;

дисплей (106), отображающий деформируемую модель,

25 причем процессор (102) дополнительно обнаруживает характерную точку интересующей анатомической структуры, соответствующую каждому из множества многоугольников, чтобы деформировать деформируемую модель путем перемещения каждой из вершин в направлении соответствующих характерных точек, пока деформируемая модель не превратится в границу интересующей анатомической 30 структуры, образующую сегментацию интересующей анатомической структуры;

причем процессор (102) дополнен с возможностью идентификации деформаций в сегментации интересующей анатомической структуры посредством i) идентификации срединной сагиттальной плоскости данного мозга, ii) определения для интересующей анатомической структуры отклонений в средних значениях вершин

35 между левой и правой полусферами данного мозга относительно срединной сагиттальной плоскости данного мозга, так чтобы указать серьезность деформации интересующей анатомической структуры.

7. Система по п. 6, дополнительно содержащая:

запоминающее устройство (108), хранящее базу данных структур, из которой

40 выбирается деформируемая модель.

8. Система по п. 6, причем характерная точка является точкой, по существу, вдоль границы интересующей анатомической структуры.

9. Система по п. 6, дополнительно содержащая:

графический интерфейс (104) пользователя, принимающий пользовательский ввод,

45 который выбирает вариант выбора в отношении сегментации.

10. Система по п. 9, в которой процессор (102) формирует ответ на пользовательский ввод.

11. Система по п. 9, причем пользовательский ввод выбирает одно из вычисления

объема сегментации и определения кривизны в выбранной точке.

12. Система по п. 6, в которой дисплей (106) отображает разные отклонения разными цветами.

5

10

15

20

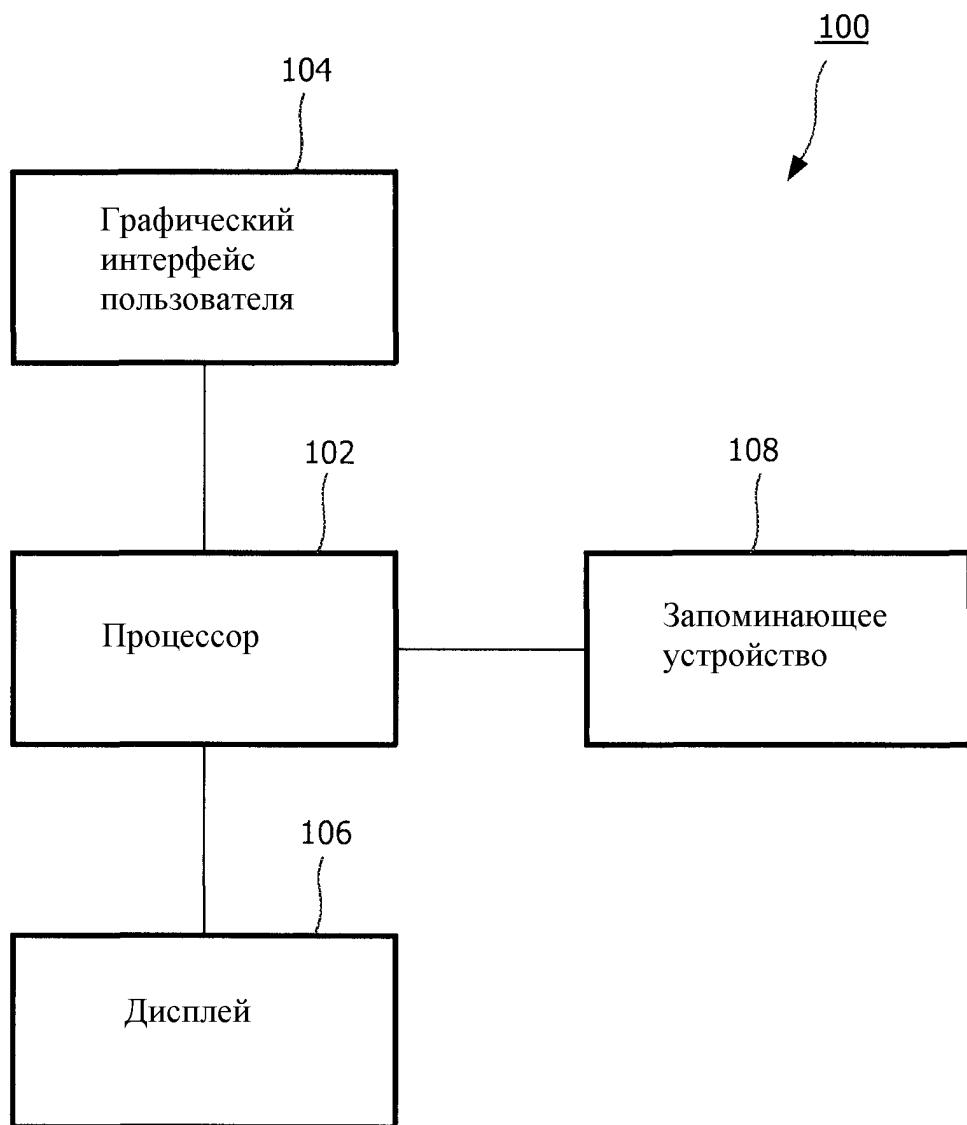
25

30

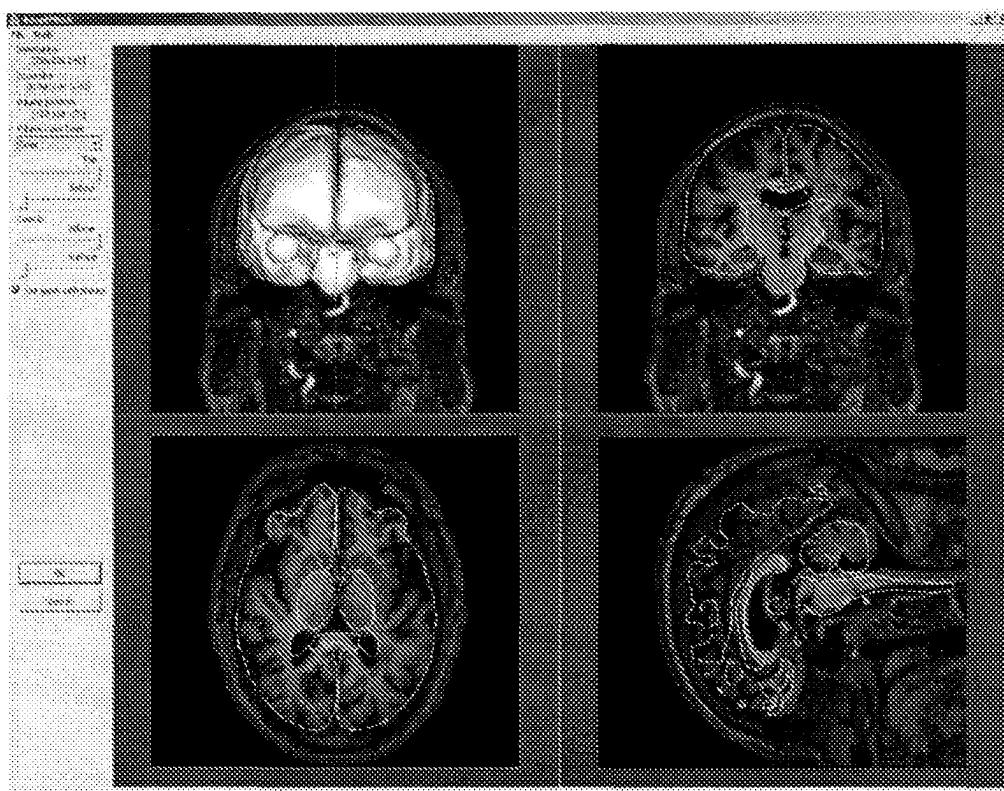
35

40

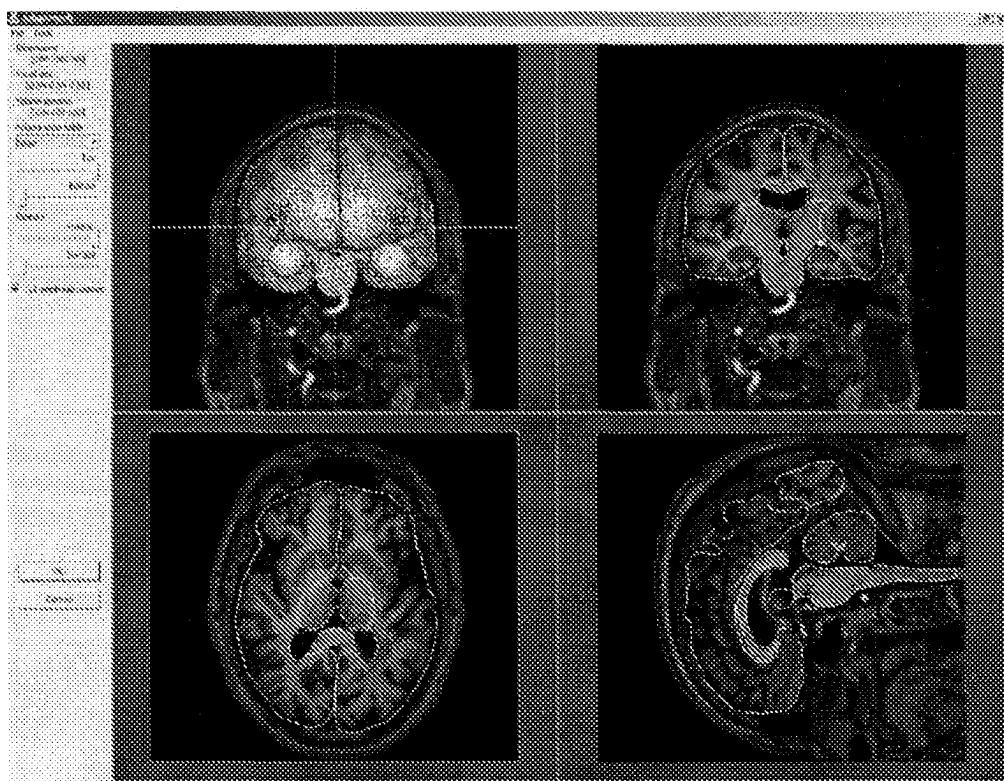
45



Фиг. 1



ФИГ. 3



ФИГ. 4