

Применение данных дистанционного зондирования в подометрии

С.Миров, А. Иванов, SIA "Parnas Pro", Рига, Латвия,

Т. Огурцова, Е. Дюкенджиев, Рижский технический университет, Рига, Латвия,

Введение

Впервые применили в подометрии метод изолиний Е.Дюкенджиева и Т.Огурцовой [1,2,3]. Ручным способом определялись изолинии по гипсовому позитиву стопы и по ним вырезались слои для построения бионических стелек. Для сокращения времени изготовления выкроек и массового применения метода в клинике, на базе программного продукта PHOTOMOD была разработана технология 3D-моделирования стопы с последующим разделением на слои и созданием шаблонов.

Конструкция и метод

В Рижском техническом университете в Лаборатории атипичного протезирования создан комплекс для исследования состояния опорно-двигательного аппарата человека по отпечаткам стоп на стекле во время ходьбы минимум при 3-х двойных шагах, непрерывным слежением трёх видеокамер с взаимно перпендикулярным и пересекающимся в одной точке направлением съёмки в сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостях.

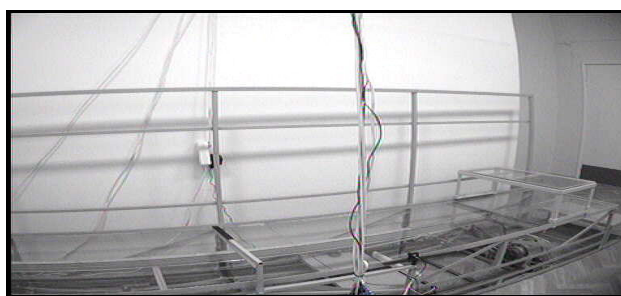


Рис.1 Комплекс для плоскостно-объёмной ихнографии

Метод реализуется картографическим 3-мерным анализом изменения контуров цвета контактных пятен и углов биомеханических осей обеих стоп на стеклянной дорожке (Рис. 1) при непрерывных 3-4 двойных шагах пациента. Выходные данные имеют вид набора снимков и видеоролика (Рис.3)

На основе полученных данных существует возможность обработки исходных данных (изображений) пока только в ручном режиме. Обработка заключается в выявлении областей нагрузки по площади пятна контакта на основе цветовой локализации.

Съёмка велась с минимально возможной установкой фокусного расстояния, данные по дисторсии объектива не вводились. Трансформирование снимков из бочкообразного вида в нормальный было проведено с помощью модуля ScanCorrect. Для создания поля искажения была отснята калибровочная пленка с набором нормальных крестов (5mmX5mm).

Результаты

В процессе обработки изображений были получены:

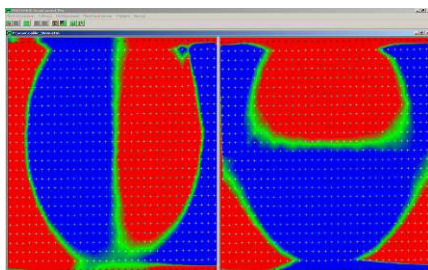


Рис. 2. Поле искажений



Рис. 3 Исходное изображение искажений

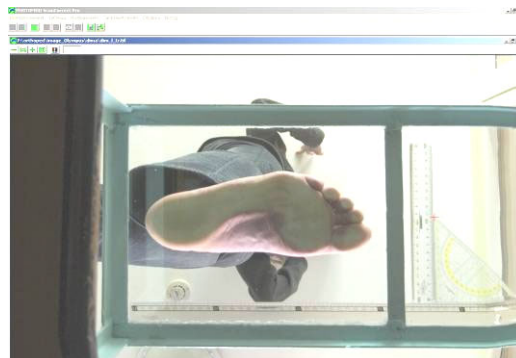


Рис. 4 Изображение, трансформированное по полю искажений

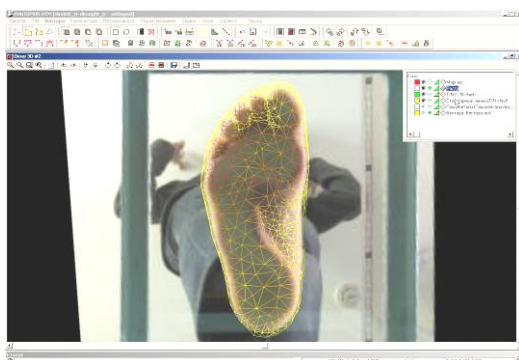


Рис.5. Цифровая модель опорной площади стопы с подошвенным сводом

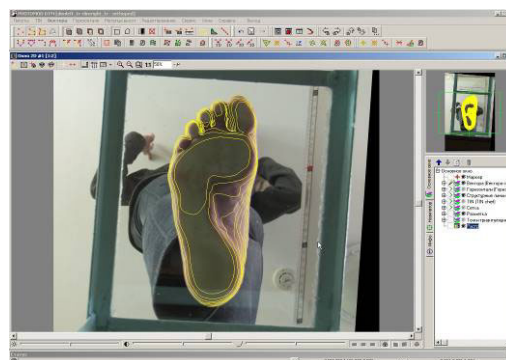


Рис.6. Цветное ортофото на основе полученной модели (для выявления областей нагрузки по площади пятна контакта на основе цветовой локализации

Бионическая стелька по проф. Дюкенджиеву может быть смонтирована из материалов, различающихся между собой толщиной, упругостью, тепло и влагонепроводностью и т.д., и т.п. Геометрия слоя учитывает строение кожного покрова в этой области стопы, индивидуальные реакции подошвы на внешнюю нагрузку (цвет кожи), патологию. Бионическая стелька состоит (Рис.8) из ① Pedilin perforiert [4] мягкий, поверхность приклеена ② ТК – versteifungsstoffod0-4100-125 сводоподдерживающий термопласт, поверхность которого приклеена ③ PREBKORK при разнице в длине ног от 1 до 5 см, поверхность приклеена ④ Nora Lunairflex резиновый слой для супинаторов и пронаторов, поверхность приклеена ⑤ Plastozote для формирования продольного амортизатора свода, поверхность приклеена ⑥ Nora Lunairmed Perforiert для гашения ударных волн, поверхность приклеена ⑦ Nora Lunairflex для поддержки микросводов пальцев, поверхность приклеена ⑧ Pedilin для правильной позиции элементов стопы с локальной хроноадаптацией к рельефу кожи подошвы. Из подкладочной кожи делаются верхняя и нижняя облицовки стельки.

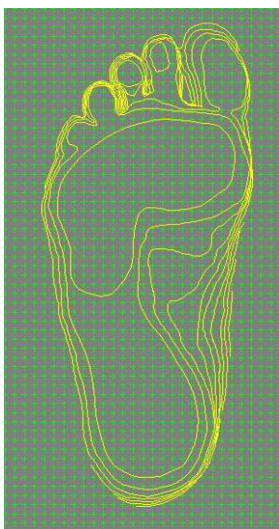


Рис.7. Изолинии с заданным шагом сечения (послойная выкройка бионических стелек – конечная цель всей работы)

До недавнего времени выкройку слоев приходилось рассчитывать вручную, более полагаясь на интуицию специалиста и опыт медперсонала. Работа по построению пространственной модели стопы с ее совместным визуальным отображением (цветное ортофото) позволили автоматизировать процесс создания выкроек стелек.

Обсуждение

Проведенные экспериментальные работы показали, что существует возможность значительно расширить возможности по регистрации и последующей обработке данных. Так как объект измерения может располагаться на довольно близком расстоянии - в интервале от 0,20 до 1,00 м, а технология изготовления бионических стелек высшим пределом точности принимает допуски порядка 1,5 - 2,0 мм, можно сформулировать следующие выводы:

- В качестве оптических систем регистрации допустимо использование неметрических короткофокусных широкоугольных объективов низкого разрешения (видеокамеры внешнего наблюдения), которые имеют вполне доступные цены.
- Жестко смонтировав пару таких камер на нижней подвижной каретке на концах постоянного базиса (или, как вариант, подавая два базисно-разнесенных изображения объекта в поле зрения одной камеры через зеркальную, зеркально-призменную оптическую систему), можно получать стереопары с заданными параметрами.
- Если поместить ступни пациента при проведении регистрации в плотно облегающие прозрачные носки крупносетчатого плетения, можно повысить корреляционные показатели объекта исследования без потери информации по цветовому градиенту.

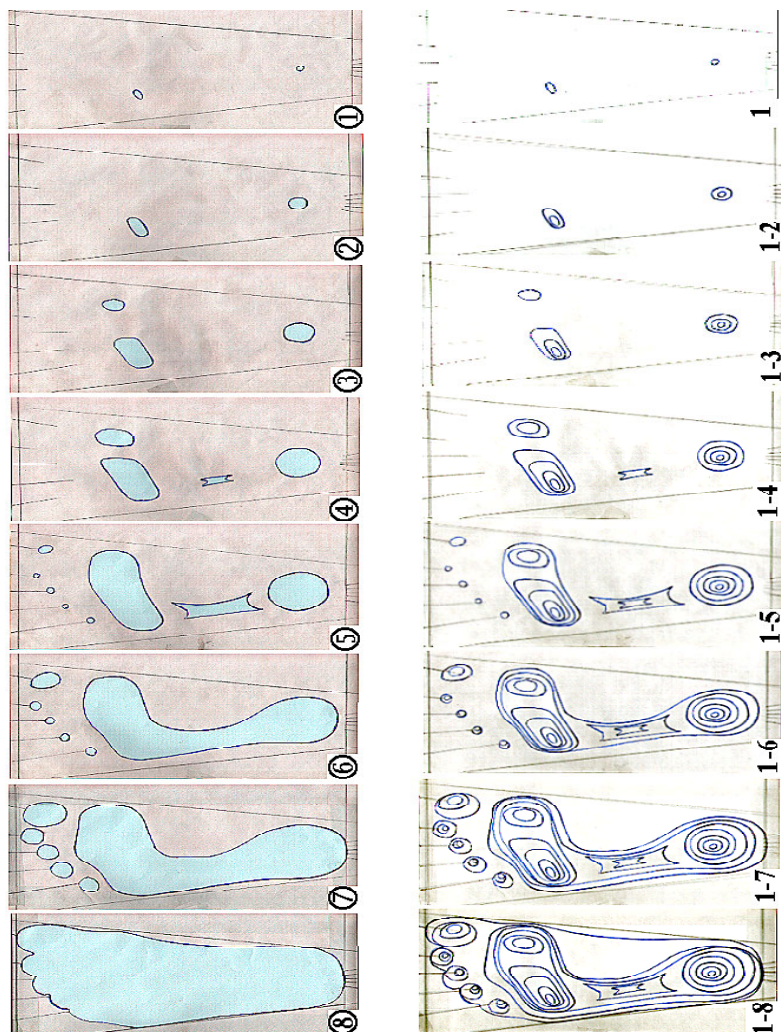


Рис.8. Бионические стельки

Заключение

Технические возможности цифровых фотоаппаратов (с возможностью видеосъёмки), позволяющие получать изображения ступней пациента как в статике, так и в процессе движения, предоставляют возможность использовать новые методы регистрации в области современной подометрии.

Использование ДДЗ при регистрации движущегося объекта в различных фазах движения с последующей их обработкой средствами цифровой фотограмметрии поднимает диагностику и наблюдение за патологией стопы на качественно новый уровень.

Литература

- [1] E.Dukendjiev, T. Ogurtsova. Express method for evaluation of the results of prosthetics and orthotics. 12th Nordic Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics. June 18th-22nd, 2002 in Reykjavík, Iceland.
- [2] E. Dukendjiev, T. Ogurtsova. Examination of Feet During Walking and Synthesis of Bionical Insoles The 11th World Congress of the International Society for Prosthetics & Orthotics August 1-6, 2004, Hong Kong *
- [3] 2002.G. LATVIJAS PATENTA PIETEIKUMS P-02-114
- [4] Otto Bock HealthCare GmbH Catalogue, 2003

* Метод и бионические стельки получили на “The 11th World Congress of the International Society for Prosthetics & Orthotics” Август 1-6, 2004, Hong Kong мировой приз за оригинальные идеи и клиническое внедрение “Хрустальный глобус”.