



ISSN 1312-8612

**Машиностроене
И
Машинознание**

19

СЪДЪРЖАНИЕ

М. Топалова, П. Мъцински, М. Милев Програмен модул за автоматизирано проектиране на технологични процеси за механично обработване.....	3
В. Пашинский, И. Ласков Влияние термической обработки на структурное состояние литой износостойкой высокохромистой стали с добавкой никеля.....	7
В. Пашинский, Д. Сидоренко Повышение ресурса твердосплавных прокатных валков путем оптимизации состава и структуры сплавов.....	11
В.Славова Транспортни и селективни характеристики на вакуумно метализирани графилтрационни полимерни мембрани.....	15
В. Славова, С. Петров Изследване обемната електропроводимост на вакуумно метализирани полиакрилитрилни мембрани.....	19
П. Хаджийски, Ц. Калдъшев, О. Каракостопуло Измерване на грешките от установяване и компенсирателно им с постпроцесор при четири и пет осева обработка.....	23
Ц. Калдъшев Създаване на постпроцесор за стратегия за изработване на мрежа от канали.....	27
Д. Димитров Изследване точността на статичното настройване на струг с ЦПУ при обработване на стъпален вал и получаване на линеен размер, зададен от дясно чело.....	31
И. Замфиров, Д. Димитров Методика за конструиране на машинни приспособления.....	36
М. Енчев, С. Колева Приложение на измерването на детайла посредством режещия инструмент.....	41
В. Григоров Изследване изменението на микротвърдостта в повърхностния слой при ШД по схема с динамично прилагане на деформиращата сила.....	44
Д. Дечев, Н. Иванов, П. Петров Многослойни найоструктурни материали на основата на нитриди.....	48
Й. Генев, В. Камбуров, А. Николов, Р. Димитрова Изменение на структурата и твърдостта при физично моделиране чрез двуглово равноканална екструзия и рекристализация на технически чист алуминий.....	54
А. Сергисова, М. Дачева, А. Николов, В. Камбуров Определяне твърдостта на чист алуминий, подложен на интензивна пластична деформация, чрез методите на нано- и микроидентация.....	60
М. Топалова, С. Сивов, Г. Господинов Възможности за въвеждане на иновативен технологичен процес в участъка за зъбошлифване на „ЗММ Нова Загора“ АД.....	64
R. Dimitrova Cycle Investigation of “Pick & Place” Modular Pneumatic Robot.....	68
Д. Недева Изследване параметрите на заваръчен шев с фибър лазер.....	72
П. Неделчева, Р. Атанасов Анализ на влиянието на геометрията на еластичен фланец върху основните характеристики на цангов патронник с тангенциално затягащо усилие.....	76

С. Йорданов, С. Иванов Система за управление на машинна с паралелна кинематика за производство на стоматологични коронки от ZrO_2	80
Т. Стамов Дизайн и емоции. основни форми, използвани в дизайна на съвременни транспортни средства.....	84
М. Илчева, Д. Цанева, Е. Янков, К. Кръстев Количествени характеристики на електрохимичната корозия в системи “многослойно покритие – стомана”.....	90
В. Захариева, М. Николова, М. Йорданов, Б. Апрахамян, И. Дерменджиев Възможности за подобряване на някои характеристики на електрически контакти К6.....	94
Р. Шишков, В. Захариева, М. Йорданов Послойна твърдост на многослойни покрития, магнетронно отложени върху стомана X12M.....	98
Е. Геннишка Получаване на електроовлакненни нановлакна от воден разтвор на полвинилалкохол.....	102
А. Хараламбус Развитие на производството на геотекстили.....	106
Д. Илиева Формиране на лингвокултурологична компетентност при изучаване на паремии.....	111
С. Цанков, В. Войноховска Основни принципи и техники на Adobe Flash за представяне на факти и понятия при разработване на учебен дизайн.....	115
В. Войноховска, С. Цанков Използване на конструктивисткия подход в професионалното обучение – теоретичен обзор.....	119
Д. Денев, Н. Петров, А. Любища, Т. Яначкова Относно някои методи за управление на образованието и тяхната оптимизация в съвременното общество.....	124
А. Цокев Приложение на не-SQL бази данни за съхранение на информацията при автоматизиран анализ на металографски изображения.....	128
А. Цокев Функционален модел на система за автоматизирано заснемане на цялата повърхност на металографски микрошлиф.....	132
Х. Христов, Е. Иванова, С. Стоянов, Стефан Тенев Влияние на масата и типа напрежение на гумения елемент върху предавания въртящ момент от еластични съединители.....	137

ПРИЛОЖЕНИЕ НА НЕ-SQL БАЗИ ДАННИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ИНФОРМАЦИЯТА ПРИ АВТОМАТИЗИРАН АНАЛИЗ НА МЕТАЛОГРАФСКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Александър ЦОКЕВ

alexzt@tu-sofia.bg

Теория на механизмите и машините, Технически Университет – София, София, 1000, България

За определяне на остатъчния ресурс и осигуряване на безаварийна работа на съоръженията в ТЕЦ е необходимо да се получи достатъчна и надеждна информация за моментното състояние на метала. Това е една от причините да бъдат разработени точни методи за автоматизирана класификация на микроструктурата на метала при отпадане на субективния фактор за оценка, чрез използване на специализирани експертни системи, подпомагащ взимането на решение. Този тип софтуерни продукти използват алгоритми за обработка и анализ на изображения за отделяне на специфични морфологични признаци и при необходимост адаптивни методи (изкуствени невронни мрежи или размита логика) за оценка на бала и ресурса. Входните данни за системата са цифрови изображения от специализирани микроскопи. В статията се разглежда възможността за приложение на не-SQL йерархични бази данни за съхранение на цифрови изображения на металографски структури с цел автоматизиран анализ.

Ключови думи: не-SQL бази данни, йерархично съхранение на информация, металографски анализ

1. Увод

За определяне на остатъчния ресурс и осигуряване на безаварийна работа на съоръженията в ТЕЦ е необходимо да се получи достатъчно и надеждна информация за моментното състояние на метала. Използваната методология за извличането на тази информация изисква специализирана подготовка на микрошлиф в лабораторни условия или снемане на реплика и провеждане на структурен анализ от експерти. В нормативните документи за контрол на метала, състоянието на структурата се оценява чрез сравнение с еталонни скали (структури), като това оценяване е субективно и изисква определени познания и опит от страна на оценяващия, както и може да се повлияе от околните условия [Топалова и др. 2008]. Използването на софтуерни продукти за анализ на изображенията на структурата на материала (фиг. 1.) подпомагат експертите при определянето на остатъчния ресурс. Работата на тези програмни продукти се свежда до избор на изображение, предварителна обработка и анализ, което ограничава възможностите на системата да работи в реално време (налага се изчакване за получаване на входни данни).

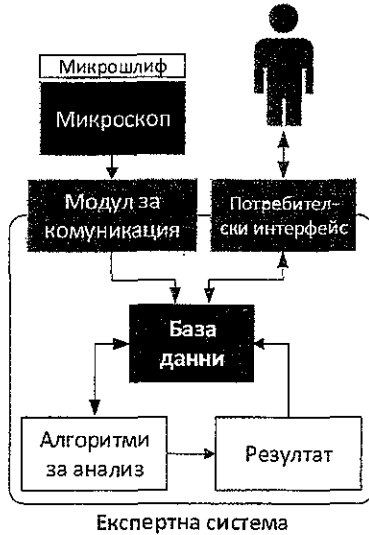


Фиг.1. Част от изображение на микроструктура на перлитна стомана

Научни изследвания показват, че е възможно да се приложат алгоритми за машинно зрение и адаптивни методи за анализ на изображения на микроструктури [Топалова et al 2009, Tzokev et al. 2012]. В повечето изследвани задачи изкуствените невронни мрежи позволяват да се постигне високо бързодействие, включително работа на системата в реално време при запазване на висока точност на разпознаване и при определяне на параметрите на микроструктурите.

За да се повиши бързодействието на този тип софтуерни системи е възможно да се реализира подход, при който системата е директно свързана към специализиран микроскоп или камера, а заснетото изображение може да се анализира и да се определи дали е фокусирано

правилно след което да бъде съхранено в база данни за последващ паралелен анализ.

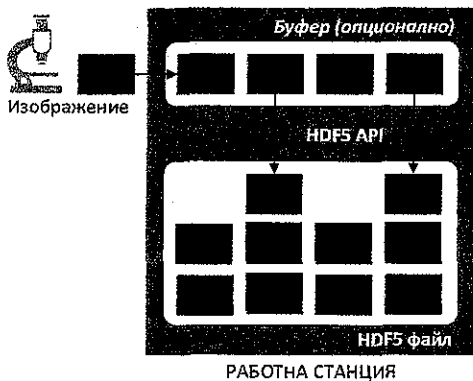


Фиг. 2. Общ модел на разглежданата експертна система

Както се вижда от фиг.1 до базата данни трябва да има паралелен достъп от няколко софтуерни модула. Резолюцията на заснетите изображения варира в зависимост от производителя на микроскопа или камерата, а интервалът за тяхното изпращане към системата за съхранение трябва да е под 1 s. Тези параметри поставят специфични изисквания към използвания тип на база данни.

В статията е направен анализ на възможностите за приложение на не-SQL бази данни за йерархично съхранение на металографски изображения с цел паралелна обработка.

На фиг. 3 е показан обобщен модел на потока от информация при съхранението на цифровите изображения в разглежданата експертна система.



Фиг. 3. Поток от данни и съхранение на изображенията в HDF5

2. Не-SQL бази данни за научни цели

От своето създаване преди повече 50 години системите за управление на бази данни (СУБД)

намират изключително широко приложение в редица области. Най-често използваният модел към момента е реляционния, а описанието и манипулирането с данните става чрез SQL и неговите разновидности. Въпреки редицата предимства на реляционния модел при съхранение на научна информация (много голям обем от данни, многомерни масиви, сложни типове данни и др.) тези СУБД не са подходящи, като основните недостатъци са свързани с фиксираната или трудно актуализирана схема на описание на данните, изключително трудното съхранение на многомерни масиви и сложни типове, трудното скалиране и др.

Не-SQL базите данни са създадени като алтернатива на реляционния модел и могат да бъдат категоризирани в няколко основни групи - за съхранение на голям обем от данни в колони, за съхранение на документи и изображения, многомоделни и обектно-ориентирани, за специализирани научни цели, свързани с grid, cloud изчисления др. Някои от най-популярните не-SQL бази данни са MongoDB, CouchDB, DynamoDB, Cassandra, InfiniteGraph, BrightstarDB, NetCDF, HDF5 и др.

Hierarchical Data File 5 (HDF5) е разработен с цел висока производителност съгласно актуалните към момента изисквания, съхранение на големи обеми от данни (големината на един файл и запис може да достигне до 2TB) и голям брой записи, организирани в строга йерархична структура, както и алтернативни методи за физическо съхранение. Някои от другите по-важни характеристики на HDF5 са възможността за сегментиране на съхранените данни (chunk), опцията за имплементиране на външни пакети за компресия, поддръжка на паралелна работа, отворения код (ANSI C) и съвместимост с различни платформи [Yang 2004].

HDF5 е подходяща не-SQL база данни, която може да се използва в разглежданата в публикацията експертна система, поради възможността за паралелна обработка и бърз запис на големи обеми от данни в йерархия и съвместимост с различни софтуерни платформи. За да се анализират предимствата и недостатъците на HDF5 за конкретната задача е направено сравнение с една от най-популярните реляционни СУБД с отворен код - MySQL.

3. Сравнение на производителността на MySQL и HDF5 при съхранение на изображения

За провеждане на експеримент с цел анализ на възможностите за потенциално приложение на HDF5 за съхранение на

металографски изображения в йерархична база данни са използвани хардуерните и софтуерни модули, описани в таблица 1.

Модул	Версия/описание
Използван хардуер	CPU: Intel Pentium E5200 RAM: 4096MB HDD: 165GB ExcelStorTechno
OS	Debian 7.0(3.2.0-4-amd64), ext4
MySQL	5.5.31-0+wheezy1
HDF5	1.8.10-patch1

Таблица 1. Използвани хардуерни и софтуерни модули за провеждане на експеримента

Проведените анализи включват:

- Последователен запис на 1, 10, 50, 100, 200,... 1000 и 1500 изображения в един HDF5 файл и една MySQL таблица;
- Последователно четене на 1, 10, 50, 100, 200,... 1000 и 1500 случайно избрани изображения от един HDF5 файл и от една MySQL таблица.

За провеждане на експериментите са създадени скриптове на Python(v 2.7.3) и се работи при еднакви лабораторни условия. Използвано е JPEG изображение с размер 800x600 пиксела и размер 409616 байта. Анализирано е времето за изпълнение на скриптовете чрез time, като са отчетени следните параметри:

- Real [s] – изтеклото време от стартирането до приключването на скрипта;
- User [s] – времето, през което скрипта използва CPU;
- Sys [s] – времето, през което ядрото (kernel) използва процесора.

Резултатите са обобщени в таблица 2 и 3.

Брой	Запис			Четене		
	Real	User	Sys	Real	User	Sys
1	0,808	0,236	0,044	0,773	0,188	0,048
10	0,654	0,572	0,076	0,379	0,216	0,036
50	2,345	2,116	0,224	0,982	0,24	0,108
100	4,457	4,092	0,356	1,359	0,308	0,152
200	8,76	7,896	0,84	1,812	0,38	0,28
300	14,195	11,929	1,08	1,536	0,424	0,396
400	18,253	15,813	1,436	1,391	0,508	0,504
500	22,567	19,741	1,732	1,312	0,62	0,572
600	27,275	23,725	2,072	1,459	0,68	0,696
700	33,102	27,526	2,408	1,639	0,804	0,776
800	39,153	31,466	2,832	2,015	0,86	0,896
900	40,943	35,298	3,224	2,167	0,944	1,008
1000	47,727	39,326	3,504	2,254	1,072	1,076

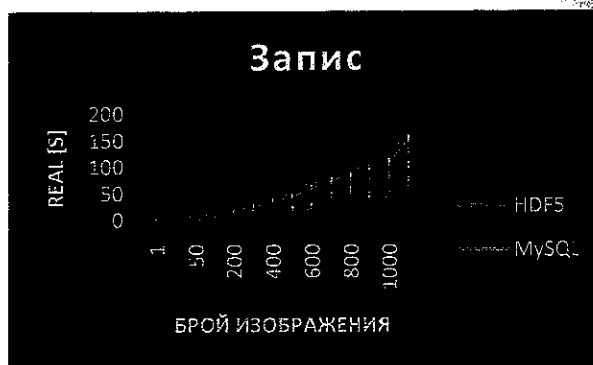
1500	70,225	58,796	5,24	6,086	1,564	1,616
------	--------	--------	------	-------	-------	-------

Таблица 2. Последователен запис и четене на изображения в HDF5

Изобр.	Запис			Четене		
	Real	User	Sys	Real	User	Sys
1	0,139	0,06	0,012	0,075	0,056	0,016
10	0,377	0,108	0,032	0,087	0,064	0,02
50	3,505	0,392	0,048	0,203	0,084	0,036
100	8,742	0,716	0,108	0,314	0,136	0,04
200	20,206	1,316	0,248	0,611	0,18	0,1
300	29,519	1,984	0,336	1,035	0,268	0,128
400	40,853	2,572	0,504	1,353	0,368	0,148
500	49,951	3,304	0,520	1,898	0,416	0,2
600	66,502	4,016	0,560	2,499	0,496	0,248
700	79,952	4,612	0,724	3,056	0,532	0,26
800	87,804	5,304	0,768	3,666	0,7	0,276
900	103,228	5,852	0,976	4,221	0,76	0,312
1000	115,984	6,588	0,996	4,775	0,812	0,376
1500	160,227	9,869	1,468	7,816	1,156	0,604

Таблица 2. Последователен запис и четене на изображения в MySQL

Графично сравнение на параметърът Real между HDF5 и MySQL за запис и четене е показан на фиг. 4 и фиг. 5.



Фиг. 4. Сравнение на резултатите за параметър Real между HDF5 и MySQL при запис на данни



Фиг. 5. Сравнение на резултатите за параметър Real между HDF5 и MySQL при четене на данни

4. Обобщение на получените резултати

От направеното изследване се вижда, че при последователен запис до 50 изображения HDF5 и MySQL имат приблизително еднакъв резултат, но с нарастване на броя на изображенията HDF5 има по-висока производителност (по-бърз запис на данните), като при 1500 заявки разликата в необходимото време е приблизително 2 пъти в полза на HDF5. При извличането на случайни изображения от база данни с 1500 тестови записа до 400 последователни заявки MySQL е по-производителен, но с нарастване на броя и обема на извличаната информация HDF5 е по-бърз. Наблюдава се тенденция за запазване на времето за прочитане на данните при HDF5 в интервала от 200 до 1500 последователни заявки.

5. Изводи

1. От направеният анализ може да се обобща, че HDF5 е подходящ за реализиране на съхранение на изображения на металографски структури в йерархична структура.
2. Производителността на HDF5 за конкретната задача е по-висока от тази на MySQL.

6. Благодарности

Настоящите изследвания са свързани с проект № ВГ051РО 001-3.3.06-0046 "Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на

виртуалното инженерство и индустриалните технологии". Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

7. Използвана литература

1. Топалова, И., Цокев, А., Михайлов, А., „Автоматизиранасстемзаопределяне на степента на изменение на микроструктурата на топлоустойчивостомана“, Седемнадесетанационална научно-техническа конференция с международно участие „Автоматизация на дискретното производство“ - АДП 2008, ISSN 1310-3946, септември 2008, София, стр.109-115
2. Topalova, I., Tzokev, A., Mihaylov, A., "A Method for Automated Classification of Steel Microstructures Based on Extractions of Informative Parameters and Neural Network Implementation", WSEAS Proceedings, Recent advanced in artificial intelligence, knowledge engineering and databases, Cambridge, 21.02-23.02.2009
3. Tzokev, A., Topalova, I., Mihaylov, A., Georgiev, Tz., "Vision-based Inspection Algorithm for Identifying the Carbide Phase State in 12CrMoV Steel", The Fourth International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications COGNITIVE 2012, ISBN: 978-1-61208-218-9, pp. 53-58 July 2012, Nice, France.
4. Yang, M., McGrath, R. E., Folk, M., "Performance study of HDF5-WRF IO modules", Fifth WRF User Workshop, pp. 22-25, 2004.

APPLICATION OF NOSQL DATABASES FOR STORING DATA FOR AUTOMATED METALLOGRAPHIC ANALYSIS OF DIGITAL IMAGES

Alexander TZOKEV

Gathering sufficient and reliable data for the current state of the metal is required to determine the residual life of the material and to achieve flawless production in thermal power plants. The data is analyzed by experts and subjective evaluation is possible and this is one of the reasons for developing expert system for automated analysis of the microstructure images. These software systems are using machine vision functions and adaptive algorithms if needed. The input data is captured digital images from special microscopes. This paper shows the possibilities to use NoSQL hierarchical databases for storing microstructure images for further automated parallel analysis.

ФУНКЦИОНАЛЕН МОДЕЛ НА СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ЗАСНЕМАНЕ НА ЦЯЛАТА ПОВЪРХНОСТ НА МЕТАЛОГРАФСКИ МИКРОШЛИФ

Александър ЦОКЕВ

alexzt@tu-sofia.bg

Теория на механизмите и машините, Технически Университет – София, София, 1000, България

Визулният анализ на металографски микрощлифове изисква предварителна обработка и подготвяне в специализирани лабораторни условия на образец, който експертите наблюдават и оценяват под микроскопски контрол. В зависимост от използваното оптично увеличение работната област е малка част от цялата повърхност, а с течение на времето образецът може да бъде повреден или унищожен. Заснемането на цялата повърхност на микрощлифа би дало възможност за съхранение на архивни данни и последващ анализ и оценка. Изграждането на автоматизирана система за изпълнение на този процес ще намери голямо практическо приложение, но проблемите при разработването са свързани с точното фокусиране на изображението, съхранението на данните и получаването на цялостно изображение от отделни кадри. В статията е описан функционален модел на система за автоматизирано заснемане на цялата повърхност на металографски микрощлиф и са представени обобщени основните алгоритми.

Ключови думи: металографски анализ, автоматизирано заснемане, автоматичен фокус, бази данни

1. Увод

Визулният металографски анализ изисква предварителна обработка и подготвяне в специализирани лабораторни условия на микрощлиф, който експертите наблюдават и оценяват под микроскопски контрол. В зависимост от използваното оптично увеличение работната област е сравнително малка част от цялата повърхност, а с течение на времето образецът може да бъде повреден или унищожен, което би довело до невъзможност за нов или повторен анализ.

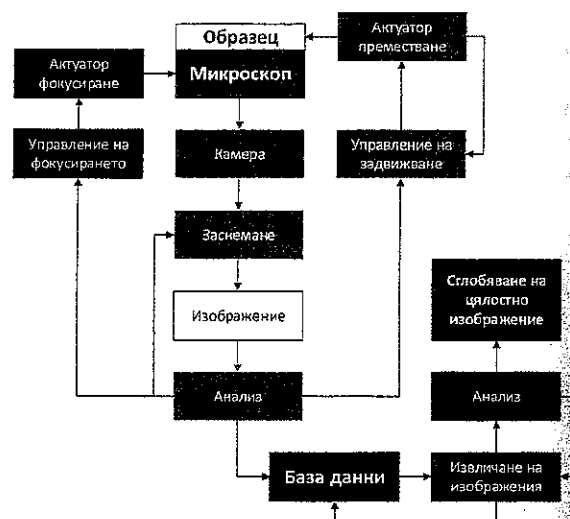
Разработването на автоматизирана система за заснемане и архивиране на металографски микрощлифове (АСЗАММ) ще намери голямо практическо приложение, но при изграждането и трябва да се решат редица инженерни задачи, свързани с точно преместване на образца, осигуряване на оптимален фокус при заснемане, сглобяване на цяло изображение от множество отделни кадри, архивиране на данните и др.

Основните функции на АСЗАММ са следните:

1. Преместване на образца спрямо работната област на микроскопа;
2. Фокусиране и заснемане;
3. Съхранение на изображението;
4. Сглобяване на цялостно изображение от множеството кадри;
5. Архивиране на данните.

3. Съхранение на изображението;
4. Сглобяване на цялостно изображение от множеството кадри;
5. Архивиране на данните.

На фиг. 1 е показан обобщен модел на АСЗАММ.



Фиг. 1. Обобщен модел на АСЗАММ

2. Функционално описание на АСЗАММ

Функционалното описание на АСЗАММ може да се опише със следните основни етапи:

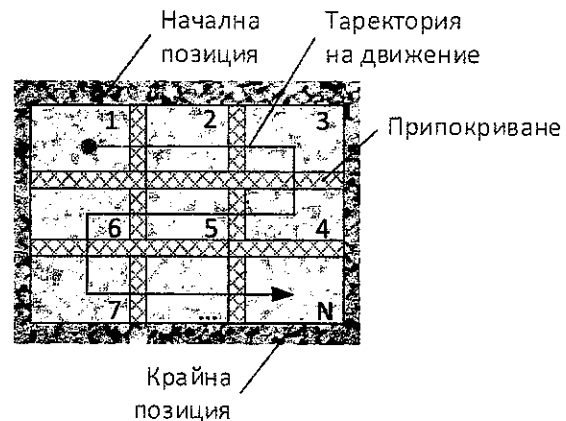
1. Предварително е подготвен металографски микрошлиф, съгласно одобрената методиката. Определени и са зададени са размерите на зоната, която трябва да се заснеме.
2. Необходимо е микрошлифът да се постави в работната област на микроскопа, да се придвижи до позицията, посочена на фиг.2 и да се фокусира (ръчно или автоматично).



Фиг.2. Начална позиция на заснемане на микрошлифа

3. Процесът на автоматизирано заснемане на микрошлифа стартира. Времето за цялостна обработка зависи от размерите на работната зона на микроскопа, зоната за заснемане времето за автоматично фокусиране, преместване и софтуерна обработка.
4. Извличат се параметри, свързани с фокуса на изображението от началната позиция. Тези параметри могат да се използват при процеса на автоматизирано фокусиране на останалите области.
5. Заснемат се 7 изображения с промяна на фокуса на микроскопа (-3 до +3 стъпки спрямо първоначалната позиция). Фокусът на оптиката на микроскопа се променя чрез специализиран актуатор.
6. Изображенията се записват в база данни. Системата за управление на базата данни трябва да има висока производителност при съхранение на изображения и е препоръчително изграждане на йерархично съхранение на информацията.
7. Софтуерният модул за анализ на изображения изпраща команда към системата за управление на актуатор, който премества образеца на следващата позиция за заснемане. Новата позиция и предходната трябва да се припокриват с 10% - 15 % с цел получаване на по-висока точност при

сглобяване на цялостното изображение. Траекторията на преместване е показана на фиг. 3. Броят на преместванията и необходимата точност на актуатора зависят от големината на зоната за заснемане, работната област на микроскопа и оптичното увеличение.



Фиг. 3. Траектория на преместване на микрошлифа спрямо работната област на микроскопа

8. Извършва се анализ на изображението и се изпраща информация към актуатора за фокусиране. Този етап се повтаря до получаване на оптимален фокус на изображението.
9. Повтаря се заснемането от етап 4.
10. След обхождане на предварително зададената област се преминава към етап на окончателно генериране на цялостно изображение на база на получените сегменти.
11. Резултатите се записват в база данни с цел експортиране или по-късен анализ.

Функциите, свързани с автоматичното фокусиране, архивирането на изображенията и управлението на актуаторите е предвидено да бъдат изпълнявани на специализирана работна станция, с локално работеща система за управление на бази данни (СУБД) или с отдалечен достъп до такава.

3. Автоматизирано фокусиране

Една от важните задачи, които трябва да се решат при изграждането на АСЗАММ е свързана с точното фокусиране при заснемане. Повърхността на микрошлифа е неравна, което пречи да се използва фиксиран фокус, спрямо първоначалната позиция и изисква експертите всеки път да фокусират работната зона при преместване на образеца.

В АСЗАММ е предвидено приложение на камера с фиксирана оптика, което налага

фокусирането да се извършва от оптиката на микроскопа. Препоръчително изображенията да се получават от вградената в микроскопа камера (ако има такава), или от външна с висока резолюция и възможност за бърза мрежова комуникация (подходяща за целта камера е Basler acA2500-14gm, която има 5MP разделителна способност, монохромен сензор, позволяваща запис на до 14 изображения в секунда и комуникация през Gigabit Ethernet интерфейс).

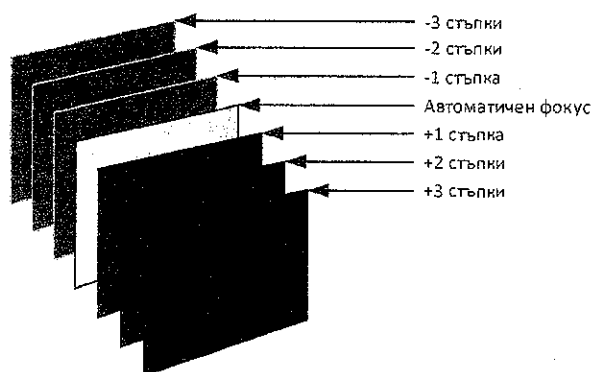
Към момента има редица научни изследвания, свързани с избор на алгоритъм за автоматично определяне на фокуса на база на едно или няколко изображения. В конкретният случай изображението представлява сложна текстура и е възможно да се приложи метод базиран на квадратите на производните или на броя пиксели, но и в двата случая определянето на праговите стойности за алгоритмите е трудно [Groen et al. 1985].

По-нови проучвания се базират на адаптивни критерии и могат да се приложат за работа в реално време [Liang et al. 2012]. Използвайки по-бързи алгоритми за автоматично фокусиране ще се намали цялостното време за заснемане на желаната повърхност от микрошлифа.

По време на работата на алгоритмите за фокусиране се изпращат команди към управляващата система на актуатор, променящ фокуса на микроскопа.

4. Заснемане на изображения

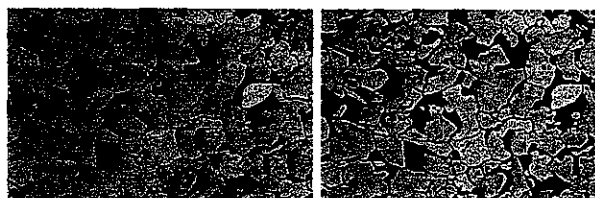
След автоматизираното определяне на оптималният фокус се пристъпва към заснемане на няколко изображения на работната зона, като за всяко едно се извършва промяна на фокусното разстояние с три пъти по една стъпка в положителна и отрицателна посока спрямо първоначалната позиция – фиг. 4.



Фиг. 4. Заснемане на изображения с променено фокусно разстояние

На база на заснетите изображения на по-късен етап може да се реконструира изображение, което да е по-информативно от всяко едно от заснетите. Генерираното изображение ще има по-голяма дълбочина на фокуса [Eltoukhy et al., 2003].

На фиг. 5 е показано сравнение между заснето изображение с оптимален фокус и реконструирано изображение по посочения метод.



Фиг. 5. Изображение с оптимален автоматичен фокус (ляво) и реконструирано изображение (дясно)

5. Запис на изображенията в база данни

За да се намали общото време за заснемане на цялата повърхност на микрошлифа от АСЗАММ е необходимо да се използва високопроизводителна СУБД за съхранение на изображенията. Възможно е съхранението на изображенията да се извършва в HDF5 йерархична база данни, която има високо бързодействие при запис и извличане на големи по обем научни данни (многомерни масиви, изображения, сложни типове от данни и др.) [Yang, 2004].

HDF5 файлът може да бъде локален за работната станция или да се достъпва през локална компютърна мрежа. Записаните изображения и информация са в един единствен файл, което дава възможност за лесен пренос на данните и мултиплатформена поддръжка. HDF5 е с отворен код, разработен на ANSI C и може да се компилира на различни софтуерни платформи – Linux, Windows, Unix и др., което от програмна гледна точка прави избора на HDF5 API оптимален за разработването и изграждането на АСЗАММ.

6. Управление на актуатори

АСЗАММ използва два актуатора:

1. Актуатор 1 – за преместване на образеца в работната зона на микроскопа;
2. Актуатор 2 – за промяна на фокусното разстояние на оптиката на микроскопа.

Изискване и към двата актуатора е необходимостта от висока степен на точност, като линейната скорост и ротацията не е са от

значение. Актуаторите могат да бъдат базирани на стъпкови двигатели със съответната механика или при необходимост от по-висока точност – пиезо мотори. Системата за управление на актуаторите е реализирана чрез специализирани микроконтролери, които имат връзка към работната станция. Входните данни за микроконтролерите се подготвят от функциите за автоматично фокусиране (актуатор 2) и за анализ на полученото изображение (актуатор 1). За да се осъществи необходимата точност може да се използва обратна връзка от актуатора към микроконтролера.

7. Изграждане на цялостно изображение

След заснемане на посочената зона от микрошлифа в базата данни има отделни изображения, които се използват за генериране на цялостна снимка на структурата.

Изграждането на цялостното изображение се състои от следните подетапи:

1. Реконструиране на всяко отделно изображение от снимките с променен фокус;
2. Сглобяване на отделните изображения в едно;
3. Анализ на полученото изображение;
4. Експортиране на резултата.

Поради сложният характер на текстурата е необходимо да се направи допълнително проучване за избор на алгоритъм за получаване на цялостното изображение. Първоначален анализ сочи, че е възможно да се използват методи, базирани на отделяне на признаци [Jain et al., 2013].

8. Изводи

1. Представеният в публикацията функционален модел на АСЗАММ може да бъде практически реализиран, като разработената система ще намери широко приложение в металографията, медицината, материалознанието и други области, изследващи текстури на обекти.

2. Необходимо е да се направят допълнителни изследвания за избор на софтуерни алгоритми за реконструиране на цялостното изображение, избор на задвижващи модули за реализиране на актуаторите и механиката.

9. Благодарности

Настоящите изследвания са свързани с проект № BG051PO 001-3.3.06-0046 “Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

10. Използвана литература

1. Groen, F., Young, I., Lighthart, G., “A Comparison of Different Focus Functions for Use in Autofocus Algorithms”, Wiley, 1985.
2. Liang, Q., Qu, Y., “A texture-analysis-based design method for self-adaptive focus criterion function”, *Journal of Microscopy*, pp. 190-201, 2012.
3. Eltoukhy, H., Kavusi, S., “Computationally efficient algorithm for multifocus image reconstruction”, *Proc. SPIE 5017, Sensors and Camera Systems for Scientific, Industrial, and Digital Photography Applications IV*, 332, 2003.
4. Yang, M., McGrath, R. E, Folk, M., “Performance study of HDF5-WRF IO modules”, *Fifth WRF User Workshop*, pp. 22-25, 2004.
5. Jain, D., Saxena, G., Singh, V., “Novel still image mosaic algorithm construction using feature based method”, *International Journal of Electronics Signals and Systems (IJESS)*, pp. 14-17, 2013.

APPLICATION OF NOSQL DATABASES FOR STORING DATA FOR AUTOMATED METALLOGRAPHIC ANALYSIS OF DIGITAL IMAGES

Alexander TZOKEV

To perform visual evaluation of metallographic microstructures the experts must preliminary prepare metallographic specimens in specialized laboratory conditions, and the analysis is performed under strict microscope control. Depending on the optical magnification the working area is only a small part of the entire microstructure and after analyzes are complete the specimen can be damaged or destroyed. The development of a fully automated system for capturing the entire area of the specimen will