

Преимущества технологии IR-Fusion™

Роджер Шмидт, Fluke Тепловидение

Указания по применению



Термографистам всегда требовался тепловизор, который дает изображения с большим полем обзора и с высоким пространственным разрешением. Сам по себе тепловизор, обладающий такими характеристиками, слишком дорог для большинства применений. Менее дорогой способ обеспечить эти две характеристики в одном приборе - это совместить изображение в видимом спектре с большим полем обзора с ИК изображением с меньшим полем обзора. Основным преимуществом такой комбинации является то, что термографисты могут точно выделить и определить инфракрасные проблемные зоны на изображении в видимом спектре. У обслуживающего персонала теперь есть прямая связь между изображением в видимом спектре и инфракрасной проблемной зоной. Инспекторы по строительству могут использовать эту технологию при обсуждениях и ведении судебных процессов в отношении проблем. Коммерческий тепловизор с технологией IR-Fusion доступен с мая 2006. В этом документе рассказывается о примерах использования тепловизоров, в которых очевидны преимущества этой технологии.

Введение

Видимые изображения обычно более резкие, четкие и у них более высокое пространственное разрешение, чем у инфракрасных снимков. Одной очевидной причиной является то, что матричный приемник излучения для видимого света состоит из большего количества элементов. Менее очевидная причина – это то, что видимые изображения получают благодаря отраженному излучению, в то время как инфракрасные изображения, отражающие температуру объекта, формируются собственным испускаемым излучением. Отраженное видимое излучение может обеспечить высокую контрастность с четкими краями и усиливать различия, например, тонкая белая линия может находиться рядом с тонкой черной линией. С другой стороны, тепло от горячих объектов на инфракрасном изображении распространяется к соседним объектам, создает

градиент температуры и стирает четкие границы на инфракрасном изображении.

Третьей причиной, почему изображения в видимом спектре четче, чем ИК изображения это то, что изображения в видимом спектре отображаются в тех же цветах, с теми же размерами и с той же интенсивностью, которые воспринимает человеческий глаз. В результате конечную структуру и характер изображения легче интерпретировать на изображениях в видимом спектре. Невидимые интенсивности инфракрасных изображений отображаются искусственными цветами, иногда затрудняющими интерпретацию. Желание создать тепловизор, который сможет фиксировать изображение, которое будет показывать детали в видимом диапазоне и температурные характеристики в инфракрасном диапазоне сподвигли подразделение Fluke по тепловидению к выводу на рынок тепловизоров,

которые совмещают два изображения друг с другом и формируют единое изображение. Такая конструкция тепловизора основана на запатентованном низкочастотном подходе к решению проблемы параллакса при совмещении двух изображений, полученных от оптических систем в инфракрасной и в видимой области спектра. Без использования IR-Fusion™ возможны неточности.

Отображение проблем в инфракрасном спектре на изображениях в видимом спектре

На Рис. 1 показан пример того, как технология совмещения может указать точное месторасположение проблемной области, обнаруженной на инфракрасном изображении. На примере изображена стена из шлакобетонных блоков, где часть блоков не была заполнена цементом, как должно было

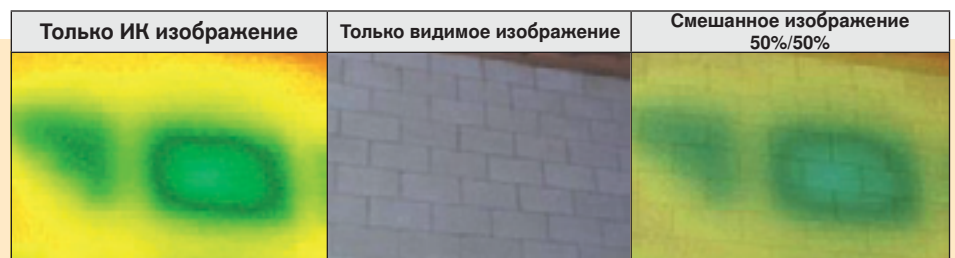


Рис. 1. Месторасположение незаполненных шлакоблоков на стене четко видно, благодаря совмещению ИК/видимого изображений

быть в соответствии с контрактом. Изображение было снято утром изнутри здания, где незаполненные блоки, в результате их более низкой теплоемкости, остыли за ночь до более низкой температуры, чем заполненные блоки. Точное месторасположение и масштабы проблемы были определены благодаря использованию технологии совмещения, с уровнем смешивания ИК/видимого изображения 50%/50%.

Уровень смешивания регулируется от полного ИК до полного видимого изображения в любом соотношении. На Рис. 2 показаны изображения разъединителя с разным уровнем смешивания. Уровень смешивания регулируется в реальном времени и может быть изменен в последствии в сохраненном изображении либо в тепловизоре, либо при помощи программы SmartView™.

Еще одна функция технологии IR-Fusion - цветовая сигнализация, которая может быть эффективно использована для выделения инфракрасных интересных точек на видимом изображении. На Рис. 3 изображена мокрая стена, где испарения влаги вызвали охлаждение стены. Для выделения области мокрой стены при помощи цветовой сигнализации устанавливается пороговая температура ниже средней температуры стены. Все температуры ниже пороговой температуры будут отображаться в инфракрасных цветах, а все температуры выше пороговой температуры – в видимых черно-белых цветах. На Панели 1 Рис. 3 пороговая температура установлена ниже средней температуры стены, равной 22,5 °С, таким образом, всё отображается в ИК спектре. На Панели 2 пороговая температура установлена ниже минимальной температуры на стене равной 18,6 °С, таким образом, всё изображение отображается в черно-белых цветах. На Панели 3 пороговая температура равна 20 °С, что чуть ниже средней

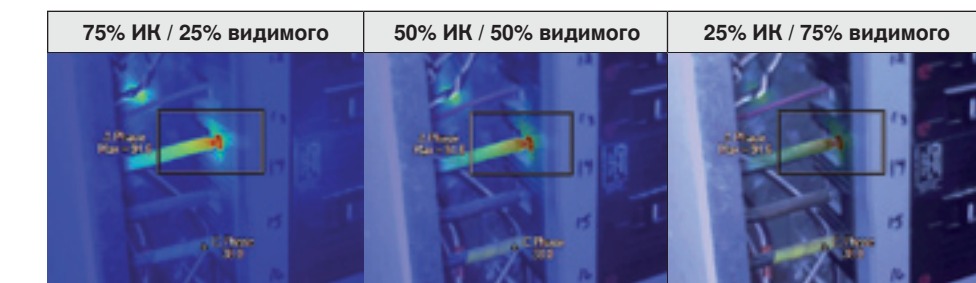


Рис. 2. Процентное соотношение смешивания ИК/видимого изображения может регулироваться для оптимальной интерпретации



Рис. 3. При помощи цветовой сигнализации можно выделить определенную температуру инфракрасными цветами, а оставшееся изображение видимыми черно-белыми

температуры стены, таким образом, чтобы инфракрасное изображение показывало мокрую часть стены на видимом изображении.

Исключение неточностей при интерпретации проблем на ИК изображении

Иногда термографистам необходимо продемонстрировать проблему менее опытным клиентам, руководителям или обслуживающему персоналу. Совмещение ИК и видимого изображения может значительно помочь при демонстрации конкретных проблем и их расположения.

На Рис. 4 дается пример серьезной температурной проблемы (266,8

°С), показанной на не очень понятном ИК изображении. Переведя камеру в режим смешивания видимого и ИК изображений 50/50 % проблема и ее расположение становятся видны гораздо четче.

Определение и локализация проблемы становятся еще более простыми, когда совмещенное изображение отображается в режиме «картинка в картинке». В режиме «картинка в картинке» ИК изображение помещается в центре видимого изображения с большим полем обзора. См. Рис. 5.

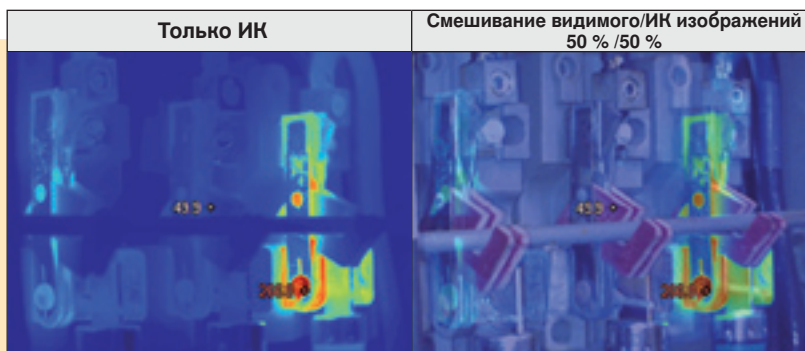


Рис. 4. Проблемы, видимые на ИК изображении, становятся гораздо более понятными на видимом изображении

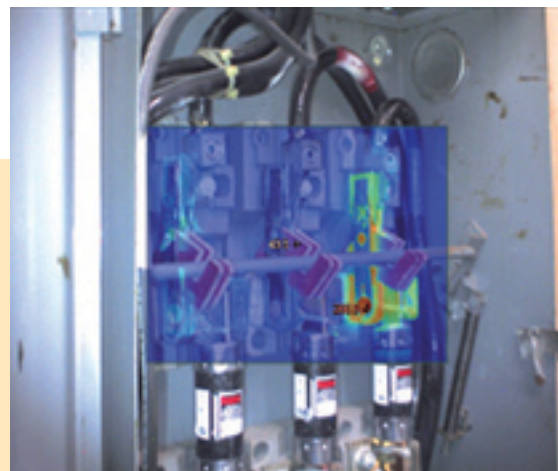


Рис. 5. Перевод камеры в режим «картинка в картинке» помогает определить место расположения проблемы

Возможность увидеть интересующую область на ИК изображении и видимые метки на объекте на одном изображении - это другая очень полезная особенность IR-Fusion. Обратите внимание на пример на Рис. 6, где видимое и ИК изображения совмещены для отображения меток и ИК изображения выключателя.

Обнаружение проблемной области на изображении без ярко выраженных особенностей или на нечетком видимом изображении

Точку от лазерной указки можно увидеть на видимом изображении, но не на ИК изображении. В то же время, лазерная указка также видна на смешанном ИК/видимом изображении. После совмещения лазерного указателя с проблемной областью на инфракрасном изображении, на совмещенном изображении, лазерный указатель в результате точно укажет на проблемную область. Пример можно увидеть на Рис. 7, где была обнаружена небольшая проблема на ИК изображении в месте соединения стены и потолка, но без видимого проявления. Тепловизор наводится

таким образом, чтобы лазерный указатель был совмещен с проблемной зоной на совмещенном изображении. После этого лазерный указатель показывает точное расположение проблемной области на ИК изображении стены.

В электрошкафу, где присутствуют несколько одинаковых сгруппированных компонентов, если пользоваться только ИК изображением, могут возникнуть сложности с определением, какой именно компонент перегревается. Так как палец виден на ИК изображении, иногда техники опасно кладут палец рядом с проблемной областью, чтобы указать ее точное расположение. В подобном больше нет необходимости, используйте вместо этого лазерный указатель на совмещенном изображении, полученном при помощи IR-Fusion.



IR-Fusion исключает опасную практику, связанную с указанием пальцем перегревающегося компонента в электрошкафу.

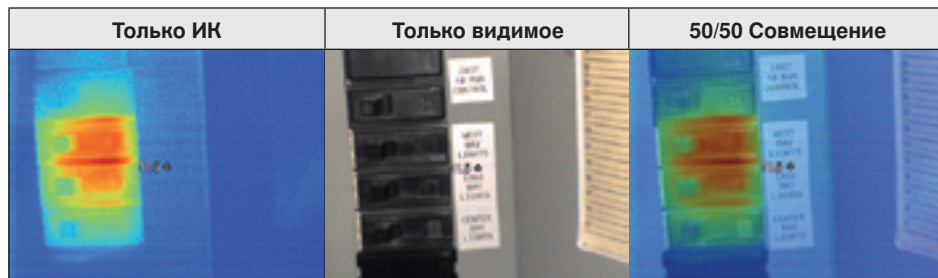


Рис. 6. Маркировку оборудования и проблемные области можно увидеть на ИК изображении, совмещенном с видимым

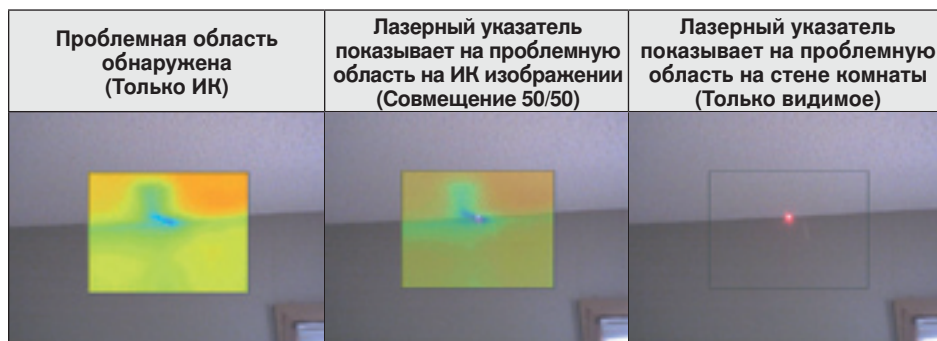


Рис. 7. Наведение лазерного указателя, видимого на совмещенном изображении, на проблемную область на ИК изображении обеспечивает то, что лазерный указатель показывает на интересующую область

IR-Fusion может помочь сфокусировать тепловизор

Фокусировка изображения путем настройки четкости, как для видимых изображений, не подходит для тепловых ИК изображений. Это происходит из-за того, что ИК изображения обычно менее четкие чем видимые изображения. Это описывалось во введении данного документа. Более точная фокусировка ИК изображения не обязательно сделает его визуально более четким, но повысит точность измерения температуры небольших элементов. Это особенно важно, когда у объекта на изображении есть элементы, величина которых порядка одного-двух размеров мгновенного поля зрения¹.

Поскольку фокусировка в инфракрасной области для тепловизоров с функцией совмещения ИК и видимого изображений калибруется на заводе, фокусировку можно производить при помощи регулировки линз, пока ИК изображение и видимое изображение не будут совпадать, как показано на Рис. 8. Рекомендуется найти горизонтальную линию в режиме совмещения и регулировать фокусировку объек-

тива до тех пор, пока линия на ИК изображении и видимом изображении не совпадут. Этот метод помогает достичь точной фокусировки ИК изображения.

Заключение

Технология IR-Fusion от Корпорации Fluke предоставляет термографистам множество преимуществ, так как она объединяет температурные измерения в ИК спектре с четкостью и пространственным разрешением видимого изображения.

Благодарность

Автор выражает благодарность Paul Twite из 24-7 Power, Inc. и Rod Hoff из Restoration Consultants, Inc. за предоставление примеров изображений из реального применения.

Ссылки

1. Kirk Johnson, Tom McManus и Roger Schmidt, "Commercial Fusion Camera", Thermosense XXVIII, SPIE Proceedings Vol. 6205, 2006



Только ИК	50/50 Совмещение	50/50 Совмещение
Правильность фокусировки неизвестна	ИК не в фокусе	ИК в фокусе

Рис. 8. Совмещение может помочь сфокусировать ИК изображение, пока видимое и ИК изображения не будут совпадать

¹ Под мгновенным полем зрения подразумевается геометрическое мгновенное поле зрения, выраженное как размер одного элемента приемника излучения (51 мкм) деленный на фокусное расстояние объектива (20 мм), что составляет 2,55 мрад для тепловизора, использовавшегося при подготовке материалов данной статьи. Для получения точных измерений температуры, размеры измеряемой области должны в три или более раз превосходить мгновенное поле зрения.

Для получения дополнительной информации о тепловизорах Fluke посетите страничку www.fluke.eu/ti

Fluke. Мы приводим ваш мир в движение.

Корпорация Fluke
A/Я: 9090, Everett, WA USA 98206

Fluke Europe B.V.
A/Я: 1186, 5602 BD Eindhoven,
The Netherlands
Fluke Россия
www.fluke.ru
Russia@fluke.com

За более подробной информацией звоните:
В США (800) 443-5853 or
Факс: (425) 446-5116
В Европе/Ближнем Востоке/Африке (31 40) 2 675 200 или
Факс: (31 40) 2 675 222
В Канаде (800) 36-FLUKE или
Факс: (905) 890-6866
Из других стран: +1 (425) 446-5500 или
Факс: +1 (425) 446-5116
Веб сайт: <http://www.fluke.com>