



Capital Normal University

The Nature Disaster and UAV Remotely Sensing System

Lecture: Fuzhou Duan

Email: duanfuzhou@263.net



Outline

- **1. UAV Remotely Sensing System**
- **2. Disaster Image by UAV**
- **3. Process and Thematic map**
- **4. Conclusions**



UAV Remotely Sensing System

■ UAV: Unmanned Aerial Vehicle

Light weight

Small volume

Low altitude flight

Simple operation



Safety

Quick

Convenient



Sensors on UAV

- **CCD/CMOS Camera**
- **Video Camera**
- **Autopilot System**
- **Two/Three axis stable platform**
- **Digital image transmission system**





Other Sensors

- **Multi/Super spectrum Sensors**
- **Near Infrared Sensors**



Several Type of UAV

wingspan (m)	Power	Load weight (kg)	Flight time (h)	Flight mode
0.5m	Battery	<1kg	<1h	Autopilot
1m	Gasoline	<2kg	1-2h	Autopilot
2m	Gasoline	<5kg	2-4h	Autopilot
3m	Gasoline	<8kg	4-6h	Autopilot





Conditions

- **No airport or faraway from airport**
- **Complex terrain: Mountainous, building, forest etc..**
- **Bad weather**

How to take off or load



Take off and Load for disaster

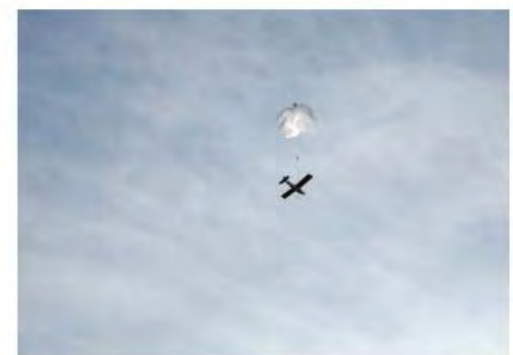
- Wheel up and wheel drop in Departure runway
- Ejection for vehicle or ejection rack
- Parachute landing or Hit net





Disaster Image by UAV

- Fly height 500-3000m
- GSD(ground sample distance): 5cm-30cm
- Position parameters from navigation system (Angular elements $<2^\circ$)



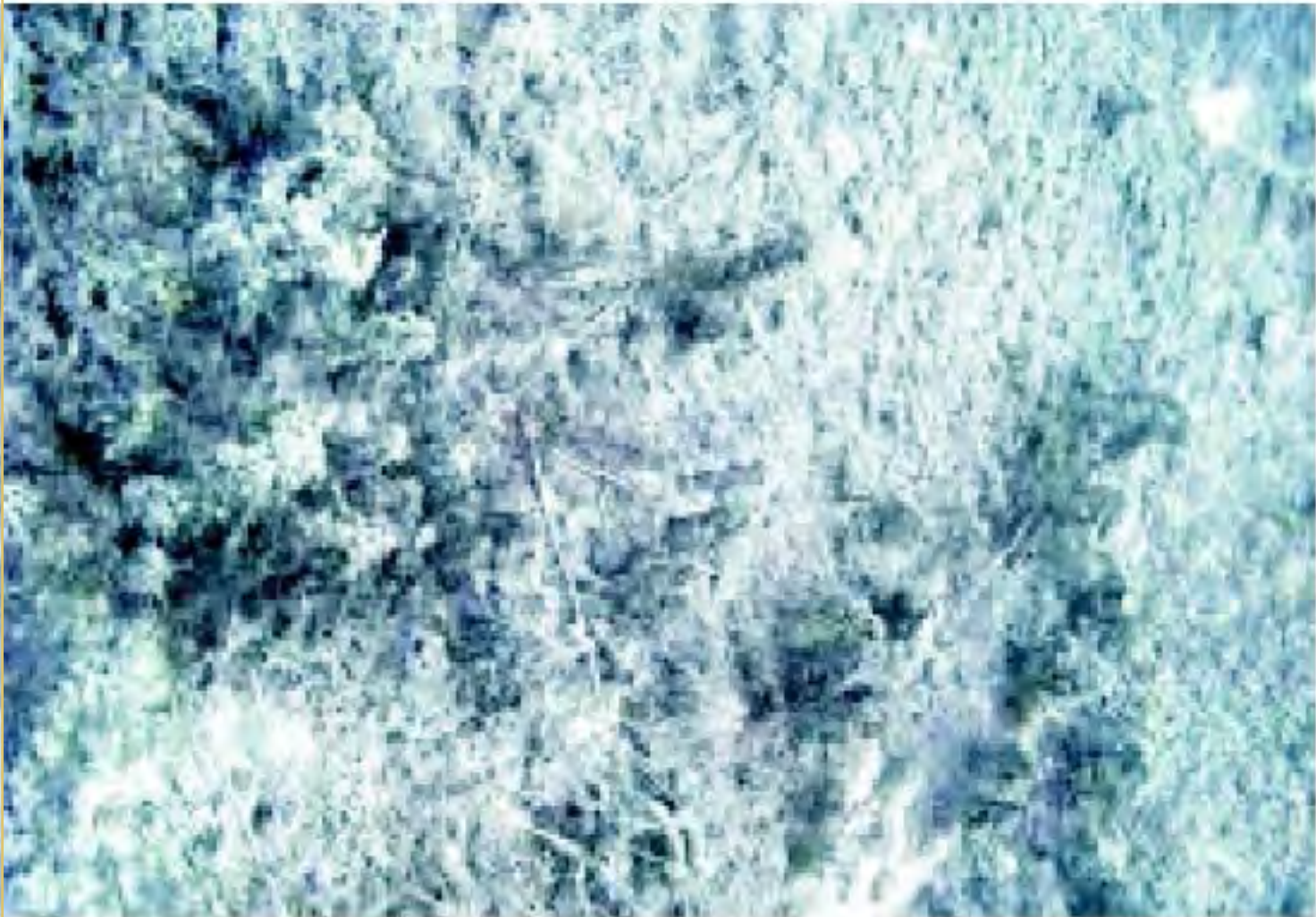


Earthquake Image by UAV





Snow disaster image by UAV



(b)



Landslide image by UAV





Debris flow image by UAV





Flood image by UAV





3. Process and Thematic map

- **Super high resolution**
- **Small frame (GSD 10cm, ground area 300m × 400m)**
- **Low accuracy**
- **Ture color**

How to process?

What Is produced



Process title

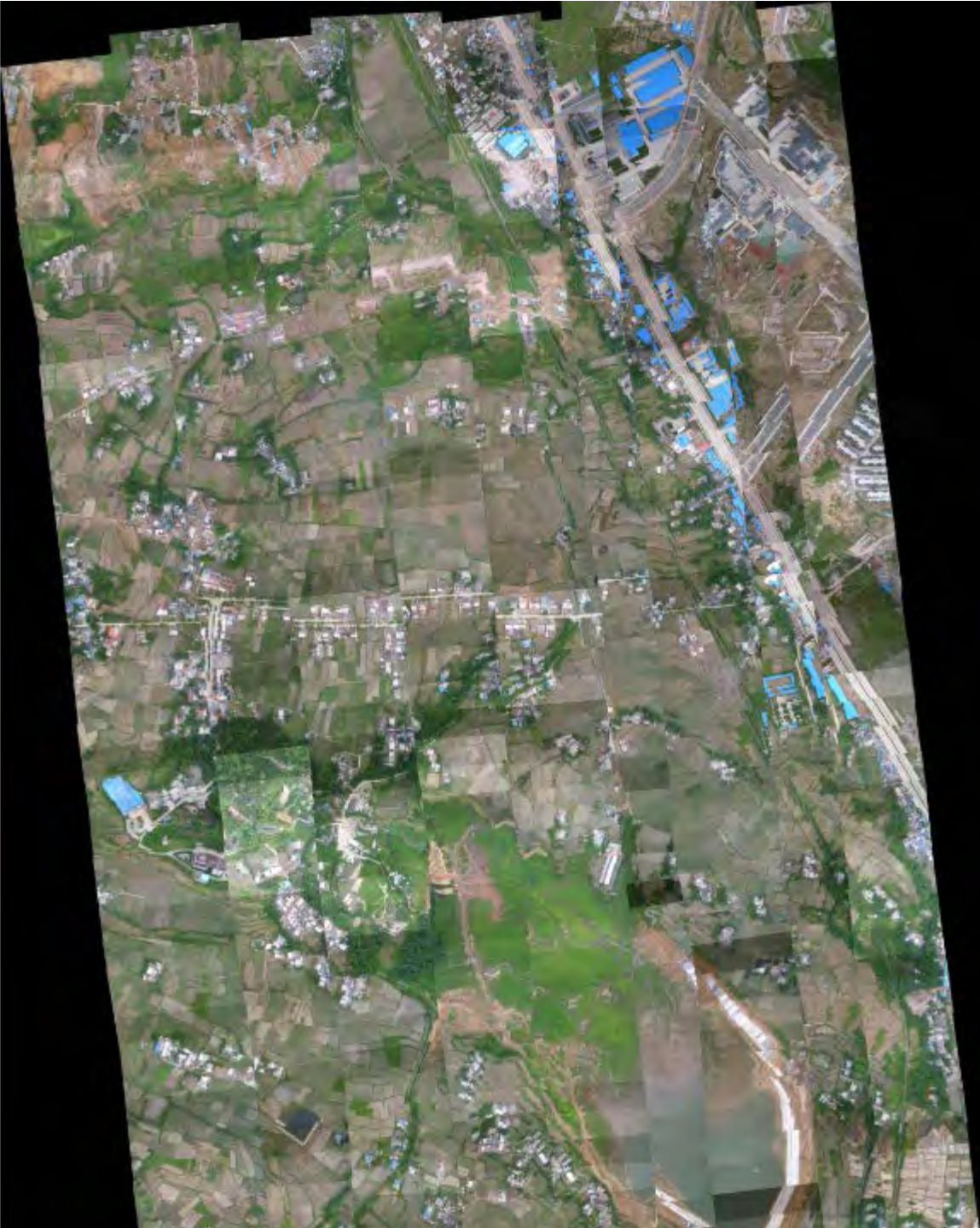
- **Flight Quality Assessment**
- **Mosaic image**
- **Ortho image**
- **Classification and map**



Flight Quality Assessment

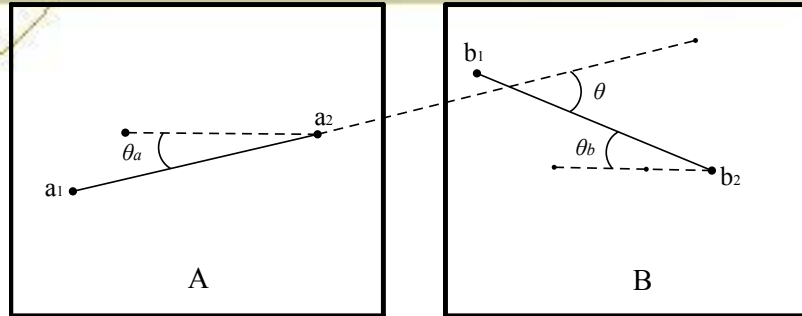
- Full coverage the interest area by images?
- Overlap rate above plan rate?
- Image rotation is received?

.....



An Automatic Method Based on Image Matching

image rotation angle



$$\theta_a = \arctan\left(\frac{Y_{a_2} - Y_{a_1}}{X_{a_2} - X_{a_1}}\right)$$

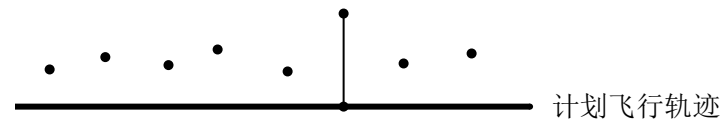
$$\theta_b = \arctan\left(\frac{Y_{b_2} - Y_{b_1}}{X_{b_2} - X_{b_1}}\right)$$

$$\theta_{ab} = \sum_{i=1}^N \theta_i / N$$

Deviation distance

$$\begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

距离超出影像宽度15%的点



$$p_0 \% = \frac{N - n}{N} \times 100$$

overlap

$$p_1 \% = \frac{i}{Lx \times Ly} \times 100$$

$$p_2 \% = \frac{Lx - (\bar{X}_i - \bar{X}_{i-1})}{Lx} \times 100$$

Curvature

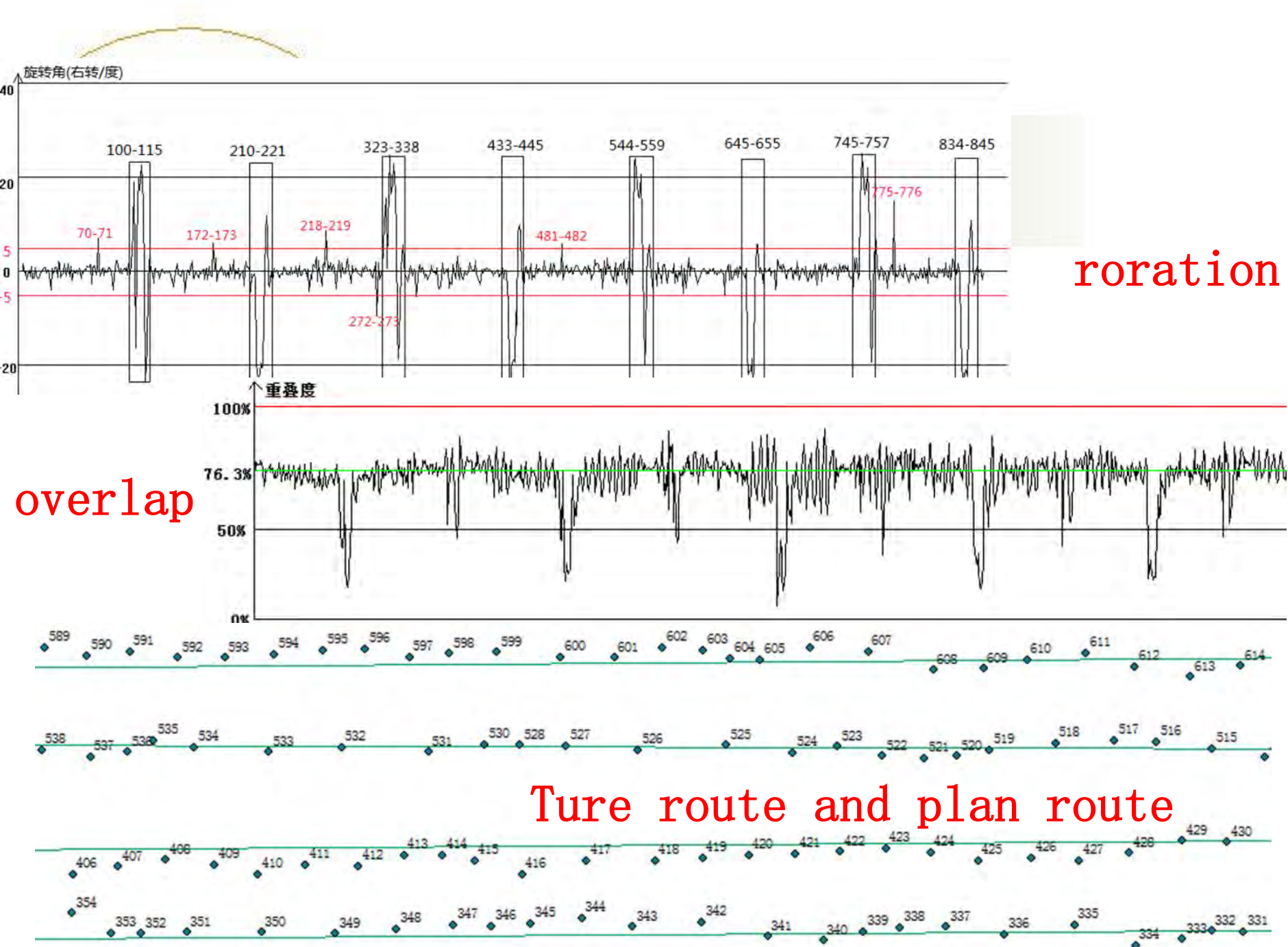
$$R \% = d / L \times 100$$



Image match and Position parameters

- Calculate position parameters by corresponding points







ID	Route	Deviation distance	Stripe Length	Curvature
1	$y=40.7x-1339.6$	147.2	11782.6	1.25%
2	$y=42.3x-9684.1$	184.7	10662.2	1.73%
3	$y=55.3x-27714.9$	176.4	11841.7	1.49%
4	$y=65.3x-47307.2$	164.3	10989.8	1.50%
5	$y=67.2x-62176.9$	243.1	11022.6	2.21%
6	$y=59.2x-66637.5$	187.5	9709.8	1.93%
7	$y=57.5x-75497.9$	283.5	9421.7	3.01%
8	$y=48.9x-74556.4$	214.6	8687.8	2.47%

ID	Number of images	Max rotation	Deviation distance	course overlap	Lateral overlap	Curvature
1	3-101	5.2°	98.9%	≥70%, Mean: 76.3%。	≥30%, Mean:33.9%	1.25%
2	117-210	5.1°	97.8%			1.73%
3	223-327	6.9°	95.8%			1.49%
4	338-433	3.4°	97.0%			1.50%
5	445-544	5.3°	93.9%			2.21%
6	560-644	4.2°	95.8%			1.93%
7	656-744	3.1°	94.9%			3.01%
8	758-833	12.7°	96.8%			2.47%



Mosaic image

Step1: Image match (get more matching points)

Step2: calculate parameter

Step3: mosaic (reduce accumulated errors)



How to get more matching points

- **Color is important information except texture**
- **Color information is accepted in image match**
- **Gray image match to color image match**



Color SIFT algorithm based on UAV sequence Image

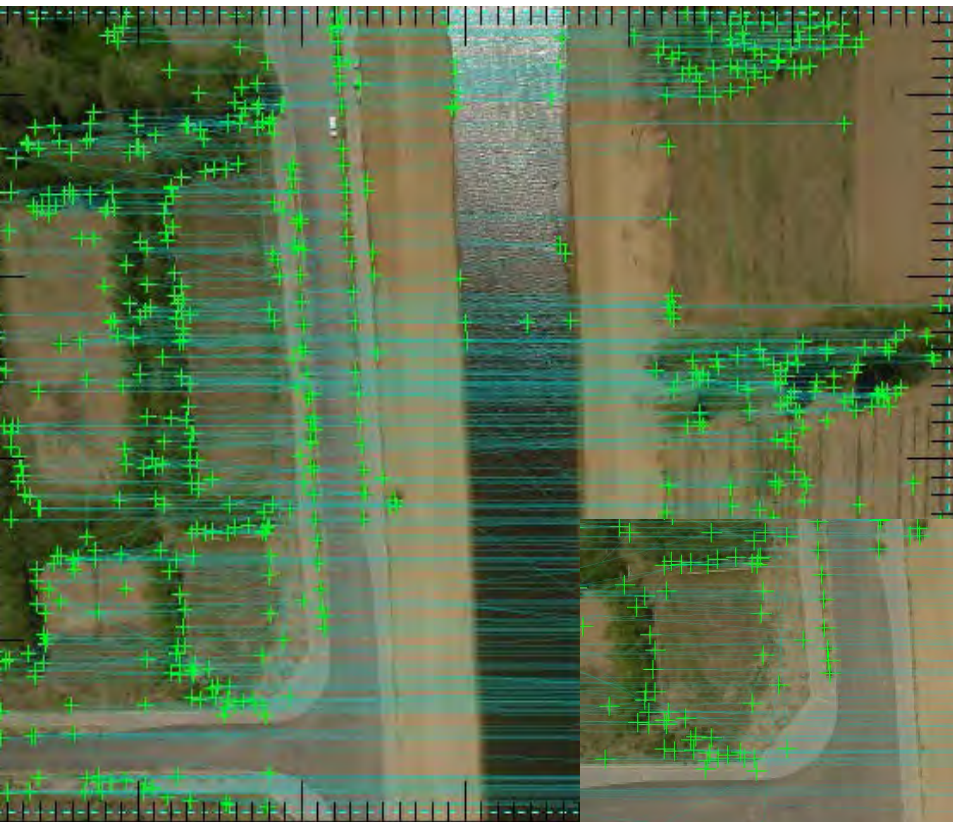
- If the color information in an object is neglected, a very important source of distinction may be lost.
- ❖ geometrical invariant and color invariance are combined by CSIFT
- ❖ Apply to the imaging features of the UAV RS platform

$$f_a = D_{a,b} f_b + O$$

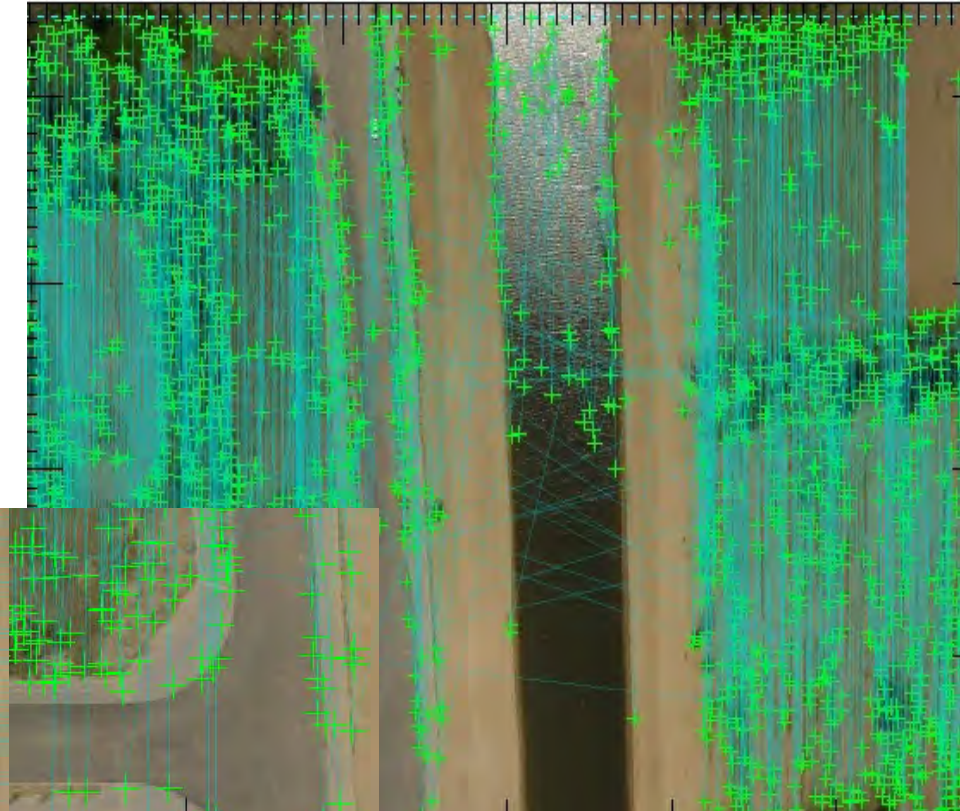
$$[R_c, G_c, B_c]^T = \text{Diag}[a, b, c][R_u, G_u, B_u]^T$$

The Colored SIFT
is validated by
The diagonal
model

Get more matching points by CSIFT



SIFT



CSIFT



SIFT



CSIFT



Improvement is stable for different terrain images

Building

Field

Road

Water

Woodland

Angle



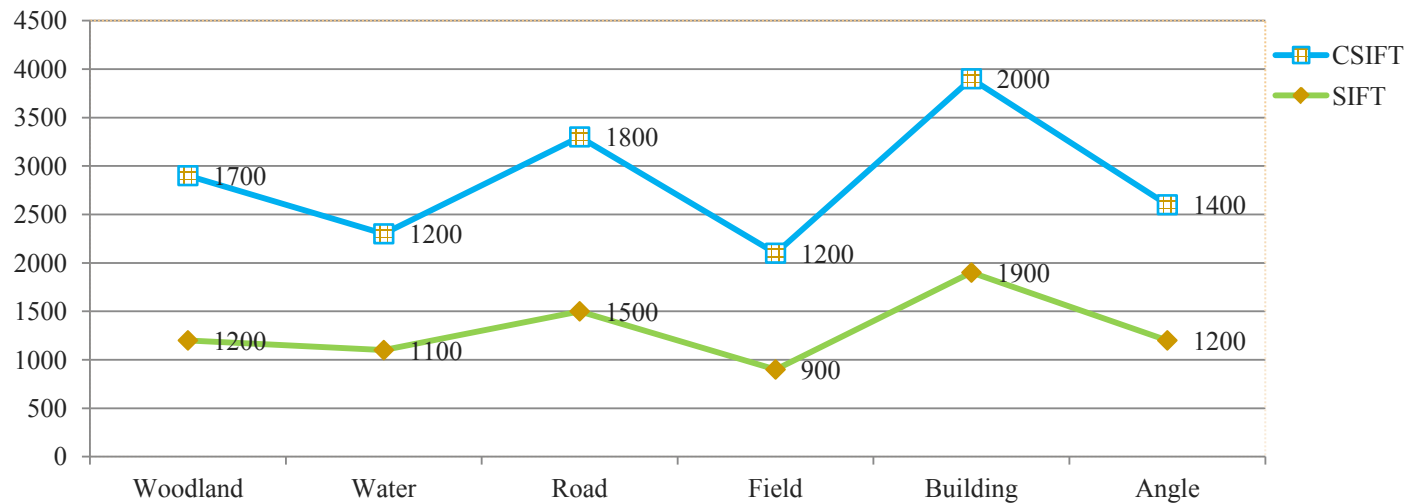
SIFT



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Woodland	1393	1084	933	1777	979	1465	1170	1328	1305	1013
Water	563	1319	358	607	995	948	956	708	431	518
Road	1849	771	939	1271	1831	1462	1415	1131	969	1899
Building	1795	1374	1856	2013	1929	1664	2134	1452	1583	1748
Field	643	752	1352	1521	1544	1693	1545	1207	1986	1212
Angle	1774	1117	1019	1813	1458	1542	1841	1676	1803	1724

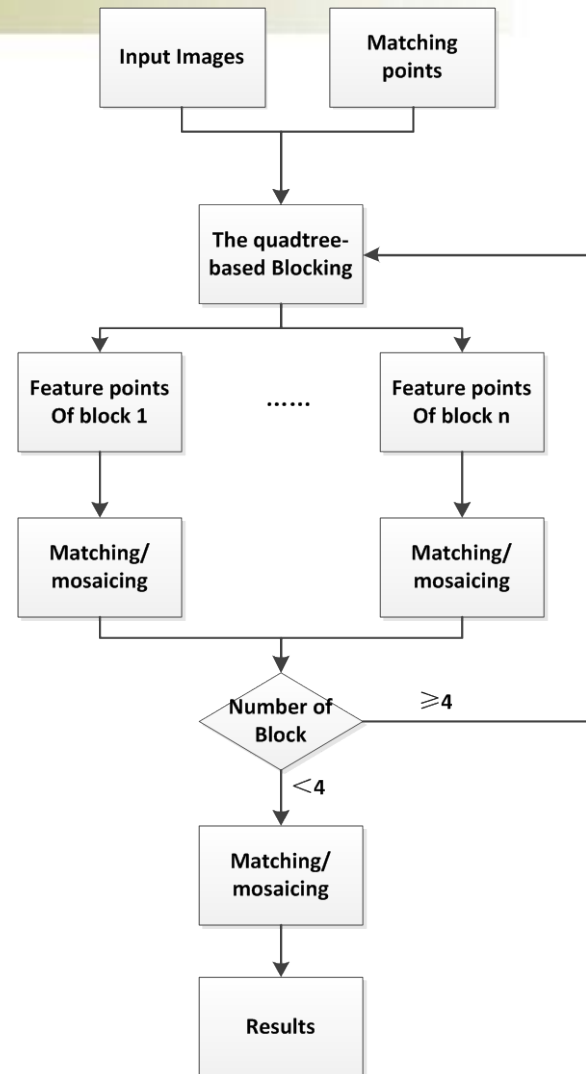
CSIFT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Woodland	2694	2096	1834	3591	1858	2840	2310	2553	2596	2021
Water	1183	2352	807	1272	2043	1773	2133	1525	948	1057
Road	3332	1370	1667	2274	3273	2569	2534	2016	1704	3399
Building	3230	2607	3526	3824	3682	3074	3903	2723	2931	3245
Field	1264	1422	2622	2911	3047	2907	2663	2054	3484	2069
Angle	3573	2207	2003	3393	2863	3011	3742	3301	3565	3276





The quadtree-based mosaicing algorithm





The quadtree-based mosaicing algorithm



conventional method



quadtree-based method







Product

- Image map
- Thematic map
- Vector map (Digital Photogrammetry WorkStation)



Image Map

云南彝良地震灾区无人机航空遥感影像图



产品制作：民政部国家减灾中心

比例尺：1: 2000

数据提供：北京天下图数据技术有限公司
北京朗天博泰科技有限公司

关岭县628大型滑坡灾害现场航空正射影像图



拍摄时间：2010年6月30日14时13分 飞行高度：10平方公里
数据平台：无人机遥感系统 分辨率：20cm

北京天下图数据技术有限公司
北京朗天博泰科技有限公司



四川省绵竹县清平乡灾后正射影像图



拍摄时间：2010年8月17日11时43分
飞行面积：5平方公里
航摄平台：无人机航空摄影系统

1:2000

北京天下图数信息技术有限公司
北京航天博泰科技有限公司

安福西部灾后正射影像图

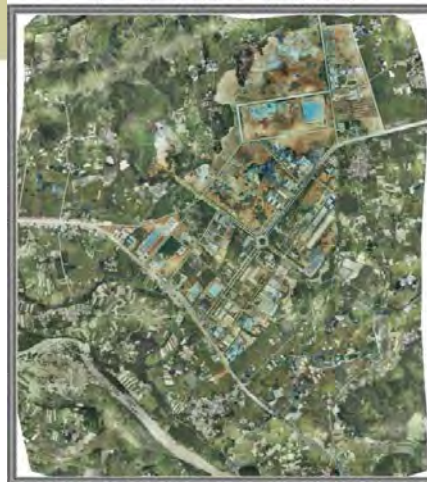


拍摄时间：2010年7月16日
飞行面积：75平方公里
航摄平台：无人机航空摄影系统

1:8000

北京天下图数信息技术有限公司
北京航天博泰科技有限公司

安福东部灾后正射影像图



拍摄时间：2010年8月16日
飞行面积：10平方公里
航摄平台：无人机航空摄影系统

1:8000

北京天下图数信息技术有限公司
北京航天博泰科技有限公司

安康灾后正射影像图



拍摄时间：2010年8月16日
飞行面积：10平方公里
航摄平台：无人机航空摄影系统

1:8000

北京天下图数信息技术有限公司
北京航天博泰科技有限公司

关岭县628大型滑坡灾害现场航空正射影像图



拍摄时间：2010年8月16日
飞行面积：10平方公里
航摄平台：无人机航空摄影系统

1:8000

北京天下图数信息技术有限公司
北京航天博泰科技有限公司

黎川北部灾后正射影像图



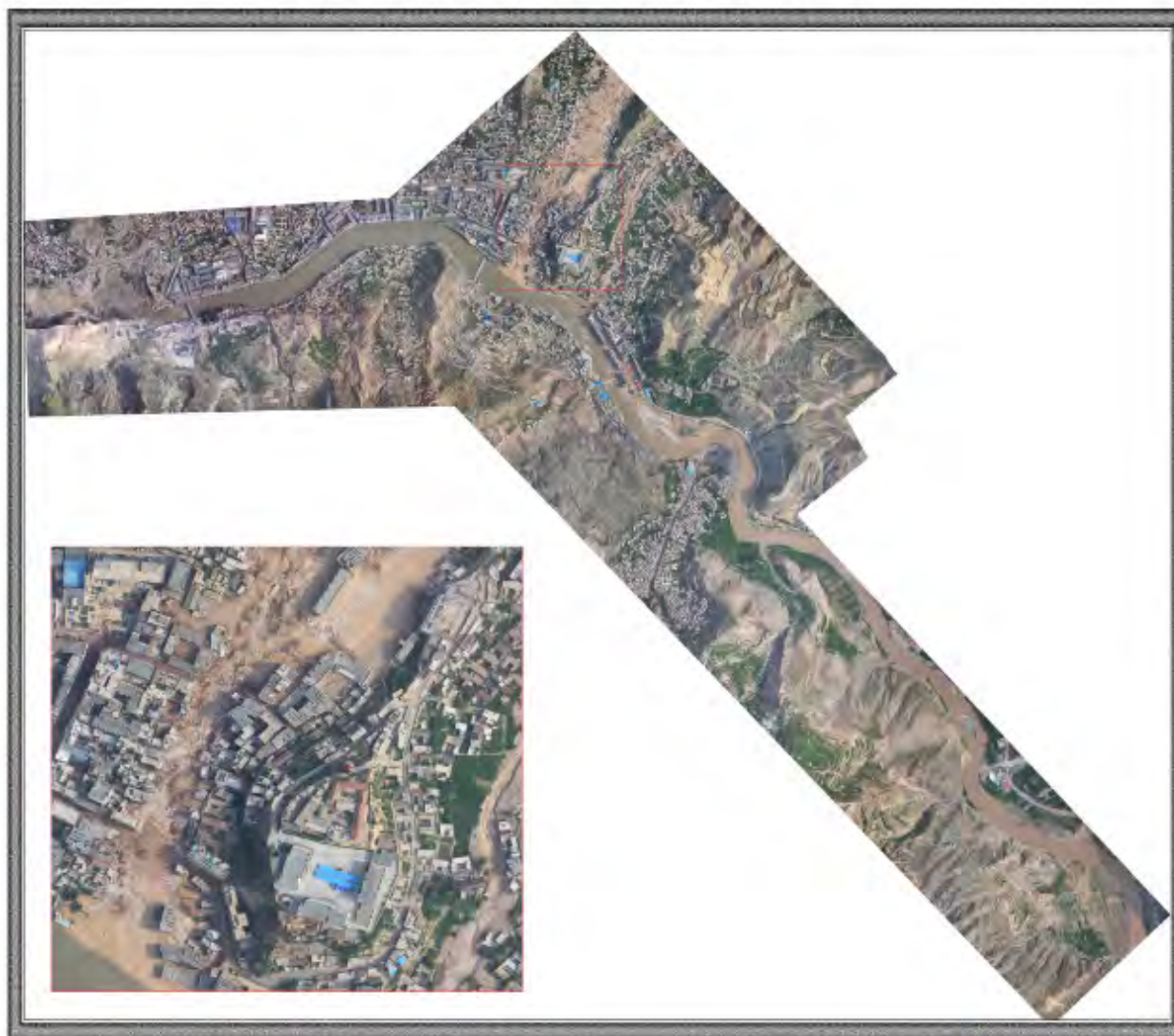
拍摄时间：2010年7月17日
飞行面积：10平方公里
航摄平台：无人机航空摄影系统

1:8000

北京天下图数信息技术有限公司
北京航天博泰科技有限公司



舟曲县城区灾后正射影像图

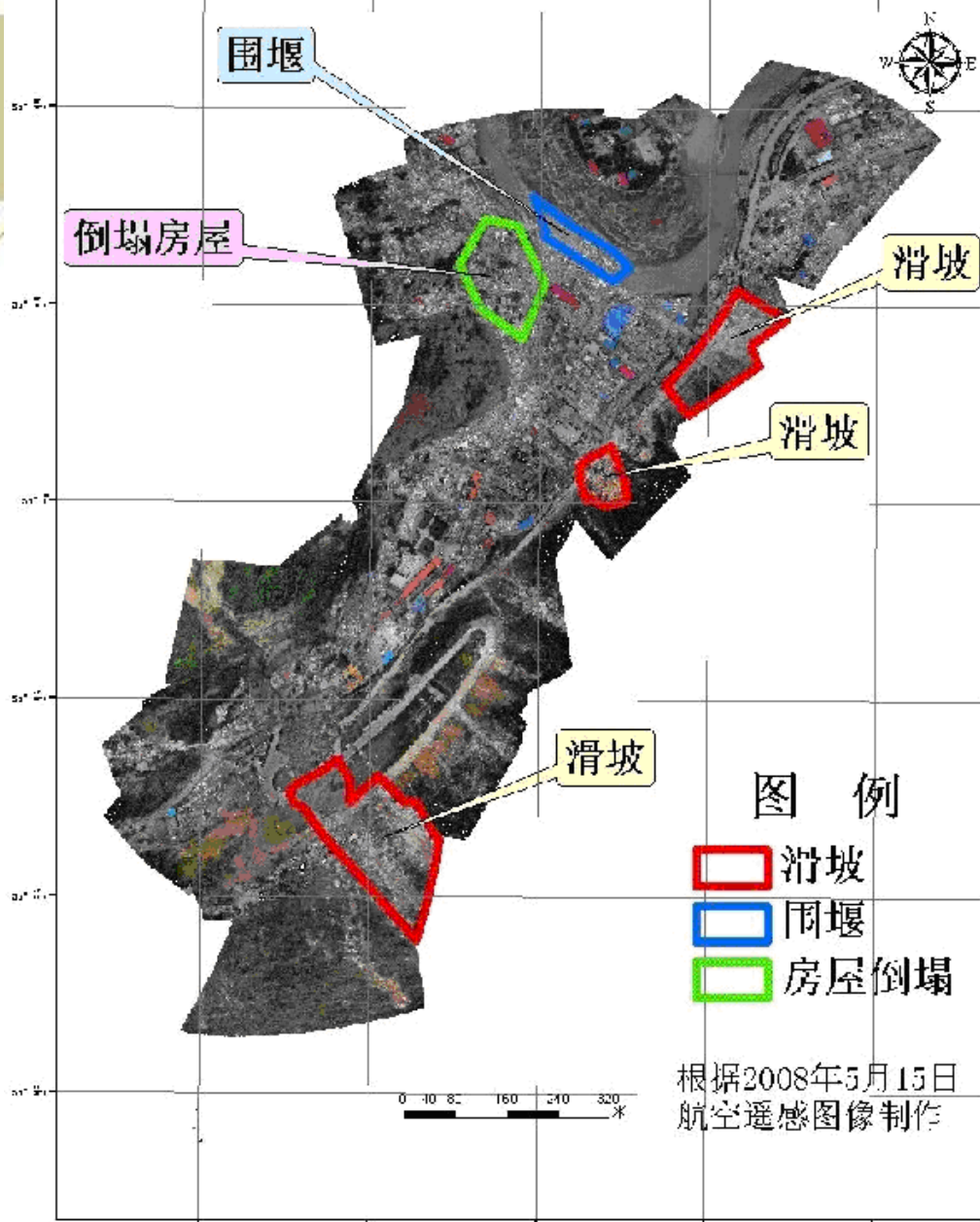


航摄时间: 2010年9月10日8点40分 飞行高度: 200米
航摄平台: 无人机航空摄影系统 分辨率: 15cm

北京天下图数据技术有限公司
北京朗天博泰科技有限公司



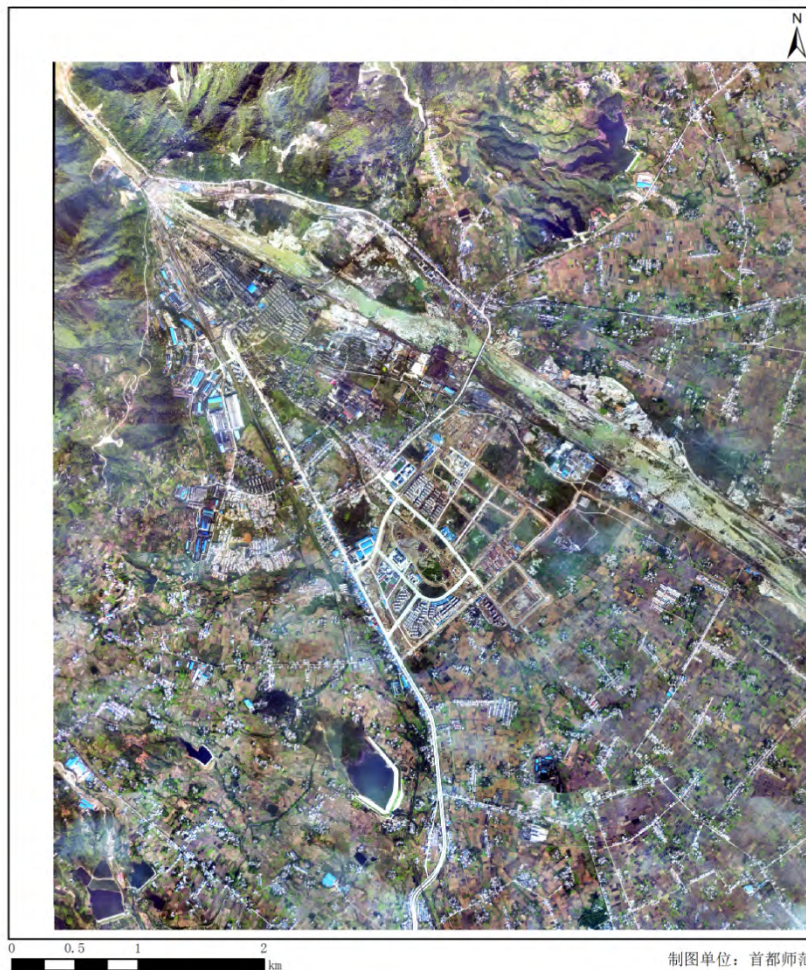
四川省北川县县城震后航空遥感图



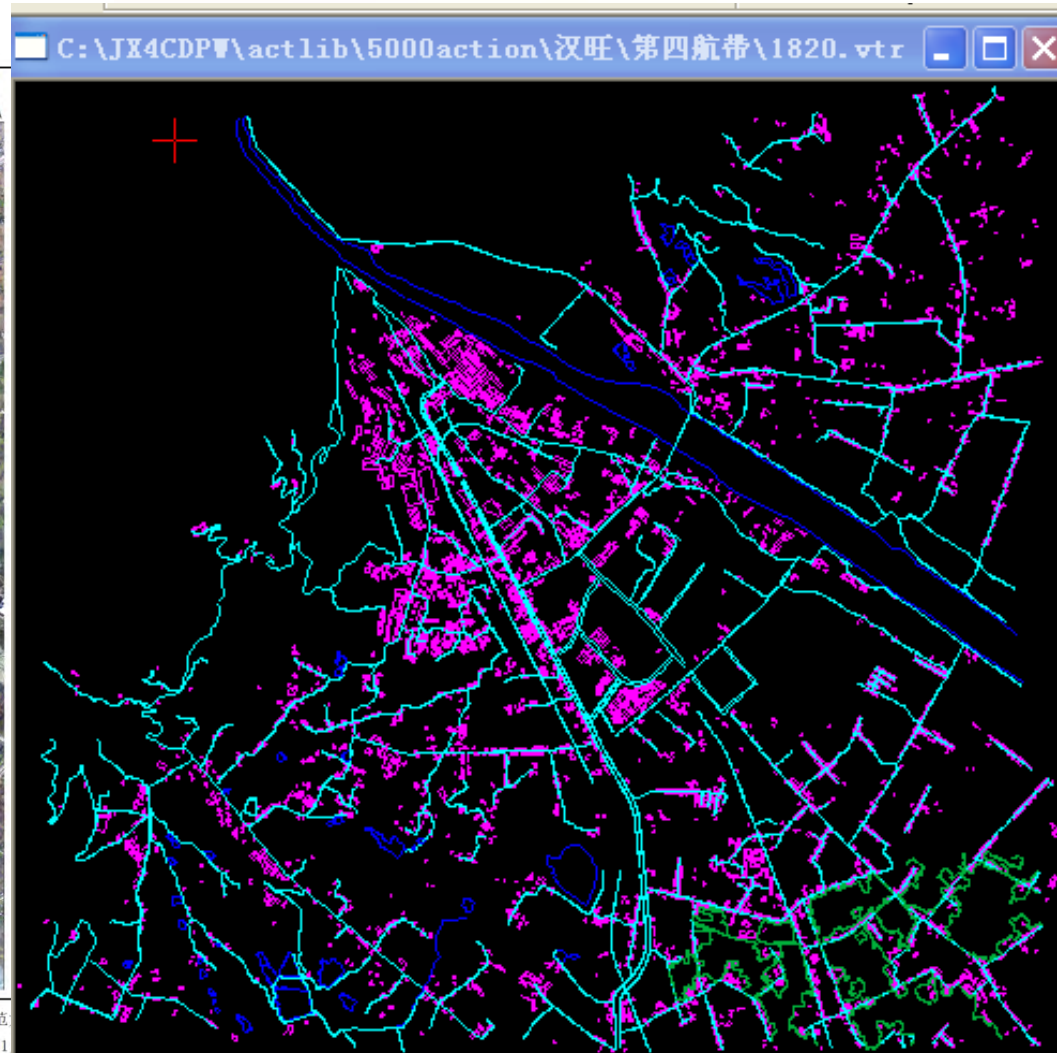


Thematic map

四川省汉旺镇建成区影像图



制图单位：首都师范
制图时间：2010年11





4. Conclusions

- UAV remotely sensing system is valid and reliable to nature disaster
- True color image processing need new methods
- UAV image can produce a variety of products to meet the needs of disaster response and evaluation