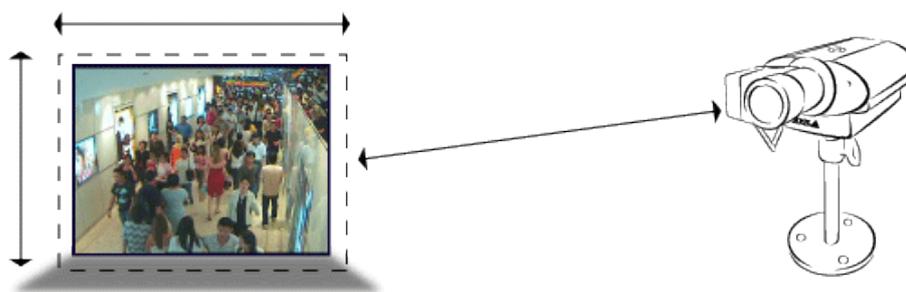


DEFINITION DE LA ZONE SURVEILLE PAR UNE CAMERA

Note d'application



Yannick Amblard

GE5 2014/2015

Polytech' Clermont-Ferrand – ERDF

Client : Marc Hoerner

Tuteur génie électrique : Sébastien Lengagne

Tuteur industriel : Pascal Fickinger

Table des matières

Table des figures

Table des tableaux

Introduction	1
1. Définition	2
1. Caméra	2
2. Focale	2
3. Capteurs	3
4. Format	3
2. Définition de la précision	4
3. Définition de la zone surveillé	7
Conclusion	

Table des figures

Figure 1 Schéma de principe de la caméra	2
Figure 2 Schéma explicatif de la focale	2
Figure 3 Exemple format capteur	3
Figure 4 Schéma simplifié pour calculs	4
Figure 5 Schéma de calcul utilisé pour mesuré la surface de la zone surveillée	7

Table des tableaux

Tableau 1 Calcul pour une focale de 20mm	5
Tableau 2 Calcul pour LF = 100m	6

INTRODUCTION

Dans le cadre du cursus Génie électrique à Polytech Clermont-Ferrand, chaque étudiant doit mener à bien un projet. Ces projets sont réalisés en binôme et ont pour vocation de mettre en pratique les acquis théoriques de la formation. Le projet présenté est proposé par ERDF Lyon et est intitulé « Surveillance de zone dangereuse et protégée par vision ». Ce projet a pour but de protéger le personnel des chantiers d'ERDF des éventuels dangers que peuvent représenter les installations en maintenance sur les chantiers d'ERDF.

Pour atteindre notre objectif, nous avons utilisé un algorithme de traitement d'image à l'aide de la librairie OpenCV. Afin de protéger les personnes du danger nous avons dû utiliser une caméra.

Cette note d'application a pour but de renseigner la surface que l'on peut mesurer avec un type de caméra donnée ainsi que la précision d'un pixel.

1. DEFINITION

1. Caméra

Du fait que le système possède une caméra, une étude spécifique d'optique a été nécessaire afin de déterminer les caractéristiques de la caméra.

Grâce à cette étude les distances nécessaires au bon fonctionnement de la caméra seront définies.

Il y aura aussi une explication sur comment obtenir l'angle couvrant une zone spécifique. De plus, il est possible de calculer la précision de la caméra, cette dernière sera donnée pour un pixel.



Figure 1 Schéma de principe de la caméra

2. Focale

La focale, est une caractéristique d'un système optique. Elle correspond à la distance entre un des plans principaux et le foyer. Le schéma présenté sur la figure 3 montre que plus la focale est grande et plus l'angle couvert est petit.

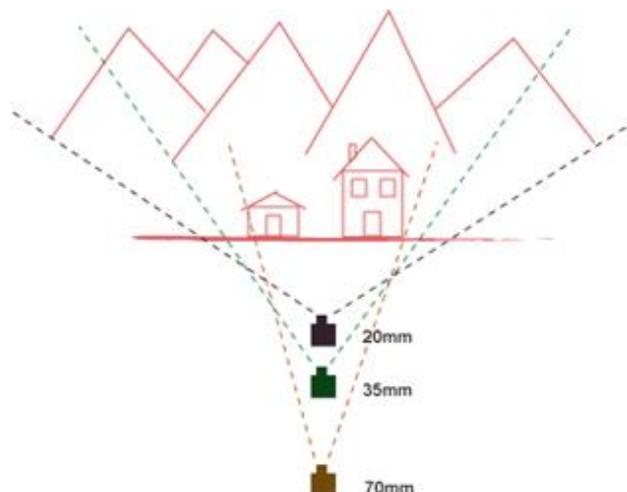


Figure 2 Schéma explicatif de la focale

3. Capteurs

Un capteur photographique est un composant électronique photosensible servant à convertir un rayonnement électromagnétique (UV, visible ou IR) en un signal électrique analogique. Le capteur est donc le composant de base des appareils photo et des caméras numériques. Deux grandes familles de capteurs sont disponibles : les CCD et les CMOS.

4. Format

Les capteurs d'image CCD des caméras sont soit $2/3''$, $1/2''$, $1/3''$, ou $1/4''$. Ceci va affecter le champ de vision de la caméra. Plus le capteur d'image est grand, plus le champ de vision le sera aussi. Par exemple un capteur $2/3''$ aura un champ de vision plus grand qu'un capteur $1/4''$.

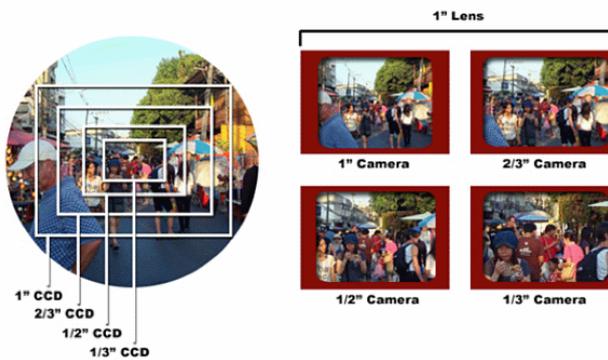


Figure 3 Exemple format capteur

2. DEFINITION DE LA PRECISION

Pour cette étude, les calculs seront effectués grâce à des bases d'optique simplifiées qui correspondent au schéma visible sur la figure 4.

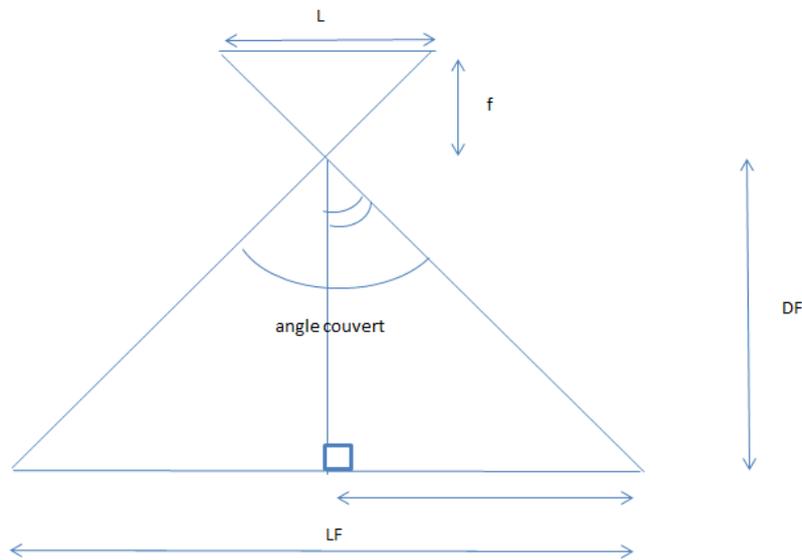


Figure 4 Schéma simplifié pour calculs

Explication des variables :

- LF est la distance que l'on peut surveiller.
- L est la résolution de l'image que l'on récupère.
- f est la focale de la caméra.
- Angle couvert est l'angle que la caméra peut visualiser. Cet angle est calculé grâce à la focale de la caméra.
- DF est la distance où est la caméra par rapport à la zone à surveiller.

Le calcul suivant (trigonométrie) relie la distance pouvant être surveillée, la distance à laquelle on place la caméra et l'angle couvert :

$$\tan\left(\frac{\text{angle couvert}}{2}\right) = \frac{LF}{DF}$$

Connaissant l'angle couvert et la distance à laquelle on souhaite poser la caméra, on déduit du calcul précédent la distance LF (distance protégée).

Une règle de trois permet ensuite de trouver la distance modélisée par un pixel de l'image. La précision avec laquelle l'image est traitée est donc trouvée. Les résultats trouvés sont une **moyenne de la vraie précision**, cela permet d'avoir une idée de la précision avec laquelle le traitement d'images sera réalisé.

Par la suite, deux calculs différents sont présentés :

1er calcul:

Il permet de déterminer LF ainsi que la précision. La valeur de DF et la focale (soit l'angle couvert) sont connues. Les focales choisies ici sont les plus répandues sur le marché.

Pour $f=20\text{mm}$ soit 94° , les précisions sont rassemblées dans le tableau 2.

F(mm)	20	Valeur à modifier						
angle couvert(°)	94							
angle couvert/2	47							
DF (m)	2	5	7	10	Valeur à modifier			
LF/2	2,14473742	5,36184355	7,50658097	10,7236871				
LF(m)	4,28947484	10,7236871	15,01316194	21,4473742				
L(pixel)	Précision(m)	Précision(m)	Précision(m)	Précision(m)				
2560	0,001675576	0,00418894	0,005864516	0,008377881				
2048	0,00209447	0,005236175	0,007330645	0,010472351				
1600	0,002680922	0,006702304	0,009383226	0,013404609				
1280	0,003351152	0,008377881	0,011729033	0,016755761				
1200	0,003574562	0,008936406	0,012510968	0,017872812				
1024	0,00418894	0,010472351	0,014661291	0,020944701				
960	0,004468203	0,011170507	0,01563871	0,022341015				
800	0,005361844	0,013404609	0,018766452	0,026809218				
640	0,006702304	0,016755761	0,023458066	0,033511522				
400	0,010723687	0,026809218	0,037532905	0,053618436				

Tableau 1 Calcul pour une focale de 20mm

Voici un exemple de calcul de la précision pour une focale de 20mm soit 94° et une distance de DF de 10 m.

La distance LF vaut alors 21,45m (déduit du calcul précédent).

La résolution choisie ici est de 1600x1200 pixels, donc la distance LF sera contenue dans les 1600 pixels, on en déduit la distance dans un pixel

En divisant LF par le nombre de pixels (1600), on trouve que 1 pixel contient 0,01340461mètres pour LF = 21.45m et une valeur de L =1600pixel.

2ème calcul:

Il permet de déterminer l'angle nécessaire pour couvrir une distance LF à une distance DF.

Exemple de calcul pour un LF de 100m en faisant varier DF (2,5,7,10m)

LF(m)	100	Valeur à modifier					
LF/2	50						
DF (m)	2	5	7	10	Valeur à modifier		
F(mm)							
angle couvert	175,41878	168,578814	164,060779	157,380135			
angle couvert/2	87,70939	84,2894069	82,0303896	78,6900675			
L(pixel)	Précision(m)						
2560	0,0390625						
2048	0,04882813						
1600	0,0625						
1280	0,078125						
1200	0,08333333						
1024	0,09765625						
960	0,10416667						
800	0,125						
640	0,15625						
400	0,25						

Tableau 2 Calcul pour LF = 100m

Pour une distance LF de 100m et une distance DF de 10m l'angle sera de 157,38°.

Deux approches différentes ont été présentées : la première qui correspond à l'utilisation de caméra ayant des résolutions existantes sur le marché et permettant donc de connaître la précision disponible avec ces caméras et la seconde permet de, connaissant la précision que l'on souhaite, déduire l'angle que doit couvrir cette caméra et ensuite de retrouver la distance focale.

3. DEFINITION DE LA ZONE SURVEILLEE

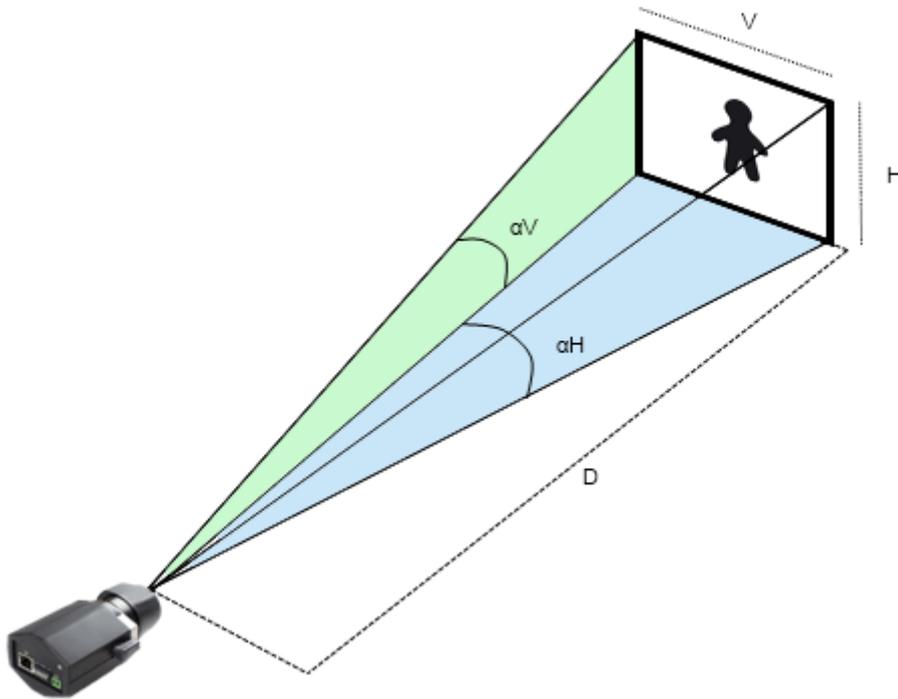


Figure 5 Schéma de calcul utilisé pour mesuré la surface de la zone surveillée

Explication des variables :

- D est la distance où est placée la caméra par rapport à la zone à surveiller.
- H est la hauteur de la zone à surveiller.
- V est la largeur de la zone à surveiller.
- alphaV est l'angle de champ vertical
- alphaH est l'angle de champ horizontal.

On utilise donc cette formule :

$$\alpha = 2 * \text{atan}\left(\frac{d}{2 * f}\right)$$

- α est l'angle de champ (soit vertical soit horizontal)
- f est la focale de l'objectif
- Si d est la largeur de la surface sensible, α est l'angle de champ horizontal.
- Si d est la hauteur de la surface sensible, α est l'angle de champ vertical.

Exemple :

L'objectif de ma caméra est de 3.8mm. Le capteur est un capteur CCD 1/4".

Alors on sait que pour un capteur de 1/4" la diagonale du capteur est de 6,35mm. Si on a un format 4 :3, cela correspond à 5,08mm de large et de 3,81mm de haut.

Alors on peut déterminer les angles de champs :

- Pour l'angle vertical

$$\alpha V = 2 * \text{atan}\left(\frac{d}{2 * f}\right)$$

$$\alpha V = 2 * \text{atan}\left(\frac{5,08}{2 * 3,8}\right)$$

$$\alpha V = 2 * 33,76$$

$$\alpha V = 67,52^\circ$$

- Pour l'angle horizontal

$$\alpha H = 2 * \text{atan}\left(\frac{d}{2 * f}\right)$$

$$\alpha H = 2 * \text{atan}\left(\frac{3,81}{2 * 3,8}\right)$$

$$\alpha H = 2 * 26,63$$

$$\alpha H = 53,26^\circ$$

On peut aussi déterminer la surface que l'on peut filmer :

- Avec une distance de 5 m

La largeur de la scène filmée sera $5 * 5,08 / 3,8 = 6,68\text{m}$

La hauteur de la scène filmée sera $5 * 3,81 / 3,8 = 5\text{m}$

Par conséquent on aura une surface filmée de $5 * 6,68 = 33,4\text{m}^2$

CONCLUSION

Cette note d'application permet, d'une part, de pouvoir calculer la précision moyenne d'un pixel ce qui est utile afin d'avoir une notion de la qualité de l'image que l'on aura.

D'autre part, elle permet aussi de savoir la surface visualisée de la caméra en fonction des paramètres de la caméra et de la position de la caméra par rapport à la surface à visualiser.